COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

DÉPÊCHE TÉLÉGRAPHIQUE.

Nagasaki, le 8 novembre 1874, $1^h 50^m$ du soir.

MINISTRE INSTRUCTION PUBLIQUE, ACADÉMIE SCIENCES, PARIS.

Nous sommes à Nagasaki. Observations commencées. Beau temps.

JANSSEN.

M. LE VERRIER a l'honneur de présenter à l'Académie :

1° Les Chapitres XIX et XX de ses *Recherches astronomiques*, à l'état d'impression;

2° Une théorie complète des mouvements de la planète Uranus.

M. ALPH. DE CANDOLLE, Associé étranger, présente un exemplaire du Rapport qu'il a publié comme Président de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève en 1873-1874.

Dans cet opuscule se trouvent des Notices sur MM. de la Rive et

Agassiz. À l'occasion du dernier de ces illustres savants, l'auteur a donné une Lettre inédite dans laquelle Agassiz parlait, en 1832, avec une vive reconnaissance des bontés de Cuvier à son égard et de l'abandon qu'il lui avait fait de matériaux préparés par lui sur l'histoire naturelle des Poissons.

« M. de Candolle ajoute que, d'après son Rapport ainsi que par un coup d'œil jeté sur les *Archives des Sciences physiques et naturelles* et sur le *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences* en 1873 et 1874, on sera frappé de la variété des recherches qui se poursuivent dans la Suisse occidentale au sujet du lac Léman, considéré sous divers points de vue scientifiques. L'impulsion a été donnée par une Commission mixte des deux Sociétés de Genève et de Lausanne. M. Alph. Favre s'est empressé de faire des sondages dans la partie étroite du lac, de manière à la rattacher aux sections géologiques du terrain sur les deux rives. Il allait continuer ces opérations lorsque l'État-Major fédéral suisse a décidé de faire sonder le lac de Genève et tous les lacs de la Suisse, afin de compléter ainsi la belle carte qui lui a valu des prix d'honneur dans plusieurs Expositions universelles. M. le professeur Louis Dufour, de Lausanne, a étudié la réflexion du calorique par la surface du lac. M. François Forel, également professeur à Lausanne, le plus actif de nos explorateurs du lac, a constaté que l'action de la lumière sur un papier photographique cesse de produire des effets à la profondeur de 40 à 50 mètres pendant l'été, et de 50 à 60 mètres pendant l'hiver. M. Plantamour a calculé les niveaux extrêmes et moyens du lac d'après trente-six années de bonnes observations. Les variations accidentelles et rapides de niveau, connues sous le nom de *seiches*, ont été étudiées par M. Forel plus complétement que ne l'avait fait autrefois le pasteur Vaucher. Tout en confirmant les faits observés par ce savant et en présumant avec lui que les variations de pression de l'atmosphère sont la cause du phénomène, il a pu ajouter bien des données nouvelles au moyen d'observations faites aux deux extrémités du lac et dans un point intermédiaire. Les seiches sont un balancement de la surface, où l'élévation d'un côté correspond à un abaissement de l'autre. Elles ont lieu aussi dans le sens transversal du lac, et si elles atteignent une hauteur extraordinaire (quelquefois 1 mètre) près de Genève, cela tient à la forme de plus en plus resserrée des rives près de cette ville. Un lac étant un vase clos, le balancement est comparable à celui d'un liquide dans une cuvette; mais la hauteur des oscillations dépend en partie de la forme des côtes, comme on le voit dans les marées. Les principales recherches de M. Forel ont porté sur

la faune du lac. La description complète des Poissons venait d'être achevée par M. Lunel, conservateur du Musée de Genève, dans un bel ouvrage de planches coloriées, in-folio, lorsque M. Forel a porté son attention sur la faune des grandes profondeurs, qui dépassent quelquefois 300 mètres. Le fond est trouble. Il s'y dépose un limon d'une argile très-fine, qui comblera une fois le lac, mais dans un temps que M. Forel estime à trois cent mille années pour le moins. Dans ces eaux profondes, M. Forel n'a pas trouvé de végétaux, mais trente-cinq à quarante espèces animales, pour la détermination desquelles il a été aidé par M. Duplessis et par plusieurs naturalistes spéciaux de divers pays. Ces animaux appartiennent à toutes les classes inférieures, telles que Arachnides, Crustacés, Ostracides, Mollusques, Vers, etc. Une espèce d'Hydrachnide, qui n'a pas été trouvée ailleurs, est décrite par M. Lebert, de Breslau, comme espèce et même genre nouveau, sous le nom de *Campognatha Foreli*, Leb. (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, juin 1874).

» De tous ces animaux, qui vivent dans l'obscurité la plus profonde, les uns n'ont pas d'yeux, les autres en sont pourvus, circonstance singulière observée déjà dans l'Océan. M. de Candolle remarque, à ce sujet, que si l'on veut supposer pour des animaux, qui « ont des yeux pour ne point voir », non un désordre inexplicable, mais le fait d'une hérédité persistante après un changement de conditions, l'étude des lacs de Suisse présente plus d'intérêt que celle de l'Océan, attendu que ces lacs sont d'une date géologiquement récente, qu'on peut se flatter de préciser de plus en plus. Ils se sont formés après la grande extension des glaciers, quelques milliers d'années seulement avant notre époque historique. Des espèces s'y sont introduites successivement, et l'on parviendra peut-être à savoir depuis combien de temps, en étudiant leur distribution actuelle, dans divers lacs, dont l'origine n'a pas pu être simultanée, attendu que leur position et leur élévation ne sont pas semblables.

» Depuis l'existence du lac de Genève son niveau s'est abaissé. M. l'ingénieur Daniel Colladon avait déjà constaté, il y a quelques années, un ancien lit de l'Arve, qui montre, par son embouchure dans le lac, une élévation de celui-ci de 20 à 30 mètres au-dessus du niveau actuel. Tout récemment, en 1874, M. Colladon vient de trouver un autre cours de l'Arve, à peu près de l'époque romaine, qui allait jeter cette rivière dans le Rhône, tout près du lac, dans la ville actuelle de Genève, avec un niveau tel que le lac devait avoir alors une hauteur de 2 mètres environ de plus que maintenant : observation curieuse, selon M. de Candolle, si on la rapproche de plusieurs autres de Géographie botanique et de Géographie

physique indiquant une diminution des eaux dans une moitié de l'Europe depuis plusieurs milliers d'années.

» En signalant cet ensemble de travaux faits dans un pays voisin, M. de Candolle espère avoir accompli une tâche qui est assez naturellement, à ce qu'il lui paraît, le devoir d'un Associé étranger. Il saisit cette occasion pour remercier de nouveau l'Académie de l'honneur qu'elle a bien voulu lui faire en lui conférant un titre aussi élevé. »

« M. P. Gervais fait remarquer, après M. de Candolle, la valeur des données que peuvent fournir à la théorie de la variabilité des espèces les faits récemment observés sur les animaux inférieurs qui se tiennent à de grandes profondeurs sous les eaux, soit dans les lacs, soit dans la mer, et sont plus ou moins complétement privés d'yeux, tandis que ces organes existent chez leurs analogues vivant exposés à la lumière. Il ajoute que la découverte, dans les cavernes, d'espèces aveugles, appartenant aussi à des groupes dont les représentants épigés possèdent des organes de vision, fournit des faits dont il faut également tenir compte lorsque l'on cherche à établir les lois de la variabilité des organismes, puisque, semblables aux lacs, les cavernes ont aussi une date géologique connue, et qu'il est par cela même facile de se faire une idée exacte du temps qu'il a fallu pour amener les modifications particulières aux animaux qui les habitent. L'intérêt semble même s'accroître encore lorsqu'il s'agit des animaux cavernicoles, car on rencontre parmi eux, non-seulement des Mollusques, des Arachnides, des Crustacés et des Insectes aveugles, mais aussi des Poissons qui sont dans le même cas, ce qui a lieu pour l'île de Cuba et, pour le Kentucky, dans le *Mammoth Cave*. Les Poissons aveugles de Cuba ont été signalés par M. Poye sous le nom de *Stygicola;* ceux des États-Unis ont été appelés *Typhlichthys* et *Amblyopsis*. M. Putnam a récemment donné, à l'égard de ces derniers, de curieux détails anatomiques, dans un travail publié en commun avec M. Packard, et qui renferme à la fois la description de ces Poissons et celle des Condylopodes aveugles propres à cette immense cavité souterraine. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation des sels cristallisés* (suite); par MM. P.-A. Favre et C.-A. Valson.

« L'interprétation de nos dernières expériences sur la dissolution, dans l'eau, des sels susceptibles de retenir de l'eau de cristallisation (1), nous a

(1) Voir ce volume, page 968, et antérieurement *Comptes rendus*, t. LXXIII, LXXIV, LXXV, LXXVI et LXXVIII.

conduits à diverses conséquences que nous allons compléter par quelques considérations nouvelles.

» 1° L'action coercitive qu'un sel cristallisé exerce sur son eau de cristallisation n'est pas du même ordre que l'action coercitive exercée par ce même sel, cristallisé et hydraté, lorsqu'il est dissous, sur la masse du dissolvant. En effet, dans le premier cas, le sel, en s'isolant du milieu, retient un nombre déterminé d'équivalents d'eau, et par suite son action s'exerce suivant la loi des proportions définies. Dans le second cas, l'action s'exerce sur la masse entière du dissolvant, et par conséquent en proportions indéfinies. C'est ce qui résulte nécessairement de ce fait que les équivalents successifs d'un même sel hydraté ne produisent pas, en se dissolvant, les mêmes effets de contraction, mais des effets qui vont en diminuant de plus en plus, pour chaque nouvel équivalent ajouté. Il est évident que les choses se passeraient autrement si l'action du sel dissous était limitée à des proportions d'eau définies; car, dans ce cas, chaque nouvel équivalent de sel ajouté prendrait au dissolvant la quantité d'eau encore libre qui lui convient et exercerait sur elle la même action coercitive.

» On peut, pour rendre la différence d'action plus sensible, rapprocher le phénomène de dissolution des sels dans l'eau d'un autre phénomène bien connu : celui de l'absorption de l'hydrogène par le palladium pour arriver au composé Pd^2H dans une première période, et dans une seconde période l'absorption du gaz par le composé précité. On sait en effet que, dans le premier cas, l'absorption a lieu en proportions définies et correspond à l'action du sel anhydre sur son eau de cristallisation, et que, dans le second cas, l'absorption a lieu en proportions indéfinies et correspond à l'action du sel dissous sur la masse entière du dissolvant (1).

» Ainsi, par exemple, dans un cristal de sulfate de sodium hydraté, SO^4Na, 10HO, l'action s'exerce entre la molécule saline et les 10 molécules d'eau; mais, après la dissolution du sel, l'action de SO^4Na, 10HO ne s'exerce plus sur une quantité d'eau définie, puisque les effets successifs de coercition ne sont plus les mêmes pour des fractions égales et successives d'un même équivalent de sel ajouté. Est-ce à dire que les 10 équivalents d'eau restent associés à la molécule de sulfate de sodium, SO^4Na, dans la dissolution? Rien ne le prouve; il pourrait bien se faire, et il est même probable, ainsi que nous le verrons plus loin, que ces 10 équivalents d'eau se séparent du sel pour figurer dans le dissolvant au même titre que la masse d'eau entière. La constitution de la dissolution saline se formu-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 686. (MM. TROOST et HAUTEFEUILLE.)

lerait donc, dans le premier cas, par $SO^4Na, 10HO + nAq$, et dans le second cas par $SO^4Na + nAq$.

» 2° Lorsqu'un sel dissous vient à cristalliser dans une liqueur saturée, le phénomène se produit ordinairement avec augmentation de volume et, en même temps, avec dégagement de chaleur; c'est ce que nous avons démontré expérimentalement pour une liqueur sursaturée de sulfate de sodium (1).

» Le phénomène qui se produit alors est complexe, mais les considérations précédentes permettent d'en donner une explication. En effet, au moment de sa cristallisation, le sel, qui exerçait son action coercitive sur la masse entière du dissolvant, s'en sépare brusquement et ne retient plus qu'un nombre limité d'équivalents d'eau qui demeurent seuls soumis à son action; le reste de la masse d'eau, soustrait désormais à cette action, reprend sa liberté et augmente par conséquent de volume.

» Si l'on ne tenait compte que de cet accroissement de volume, on aurait, non pas l'augmentation de température donnée par l'expérience, mais au contraire un abaissement de température. Mais il faut remarquer que le sel, qui dans sa dissolution était à un état de dissociation plus ou moins avancé, reprend ses conditions premières et que ce phénomène se produit avec dégagement de chaleur; d'où il résulte que le calorimètre accuse seulement la différence de deux actions calorifiques de sens contraire.

» 3° Il importe encore de remarquer l'influence de la température sur le nombre d'équivalents retenus par le sel dans son cristal. Ainsi, par exemple, le sulfate de sodium, à la température ordinaire, cristallise avec 10 équivalents d'eau; à une température suffisamment élevée, le nombre d'équivalents devient moindre et l'on sait qu'au-dessus de 33 degrés une dissolution saturée de sulfate de sodium laisse précipiter le sel à l'état anhydre.

» Il semblerait donc qu'on peut assimiler l'action que la chaleur exerce sur les dissolutions salines à l'action que la chaleur exerce sur les systèmes constitués par le charbon et les gaz qu'il a condensés. D'où il résulterait que l'eau, qui est en proportion définie dans le cristal, s'ajouterait pendant la dissolution à la masse totale du dissolvant, avec laquelle elle se comporterait, à l'égard du sel, de la même manière que les gaz condensés se comportent avec le charbon, c'est-à-dire en s'associant avec ce sel en proportion indéfinie.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, séance du 4 novembre 1872.

» Cette manière d'envisager le rôle de la totalité de l'eau qui sert de dissolvant d'une part, et d'autre part l'influence de l'accroissement de la température sur la diminution de l'action coercitive du sel, permet d'expliquer la cristallisation de ces sels avec un nombre d'équivalents d'eau de plus en plus faible, à mesure que la température s'élève. Si la proportion d'eau de cristallisation ne diminue pas d'une manière régulière, par exemple pour le sulfate de sodium qui passe brusquement de 10 équivalents d'eau à 8 équivalents, puis se déshydrate vers 33 degrés, cela tient probablement aux exigences de la forme cristalline.

» Il est vrai qu'on peut soulever à ce sujet une objection, en partant de ce fait que les sels hydratés se dissolvent, sans variation sensible de volume, dans une liqueur suffisamment concentrée. Il semblerait, au premier abord, qu'il ne devrait pas y avoir de dissociation des éléments du cristal, puisque, si cette dissociation avait lieu, il en résulterait une augmentation de volume, par suite de la détente de l'eau qui ne serait plus soumise à l'action coercitive du sel. Mais nous ferons remarquer qu'on peut aussi rendre compte du phénomène en admettant que l'eau, ainsi rendue libre, se joint à la masse du dissolvant sur laquelle le sel exerce une action coercitive égale à celle qu'il exerçait sur l'eau de cristallisation (1).

» 4° Si l'on veut bien admettre que l'action coercitive des sels sur l'eau diminue avec la température, on peut se rendre compte de l'augmentation de solubilité, avec la température, pour la presque totalité des sels. En effet, si l'on part d'une dissolution saturée à la température ordinaire et qu'on élève la température, l'action coercitive du sel diminuant, il en résulte nécessairement qu'une portion de la masse d'eau échappe complétement ou presque complétement à l'action coercitive du sel et devient ainsi apte à subir l'action coercitive d'une nouvelle proportion de sel, qui entre, dès lors, en dissolution. On peut ajouter qu'en élevant de plus en plus la température, l'action coercitive devenant de plus en plus faible, on doit atteindre une limite passé laquelle une partie du sel peut se précipiter. On s'explique ainsi le maximum de solubilité de certains sels. On conçoit, enfin,

---

(1) A l'appui des idées que nous venons d'exposer, nous rappellerons encore un fait emprunté à l'étude thermique de l'hydratation de l'acide sulfurique. On sait, en effet, d'une part, que l'acide sulfurique SO^4H, cristallise avec 1 équivalent d'eau, lorsqu'on abaisse suffisamment la température d'un mélange contenant 1 équivalent d'acide et 1 équivalent d'eau, et, d'autre part, que, si l'on ajoute successivement à 1 équivalent du même acide SO^4H, restant liquide, des fractions égales de 1 équivalent d'eau, la quantité de chaleur mise en jeu décroît au fur et à mesure qu'on ajoute de nouvelles fractions d'équivalent d'eau.

que, la température s'élevant de plus en plus, l'action coercitive puisse devenir nulle, et le sel se précipitera en totalité et à l'état anhydre (1).

» Rappelons que les sels en se précipitant dans les dissolutions salines, par voie de double décomposition, à la température ordinaire, sont toujours anhydres, à la condition toutefois d'être complétement insolubles.

» 5° On a vu que, pour la plupart des sels fixant de l'eau de cristallisation, la dissolution de ces sels hydratés se fait sans variation bien sensible du volume total, lorsque la liqueur est suffisamment concentrée, ce qui arrive généralement dès le troisième ou le quatrième équivalent de sel ajouté, tandis qu'il n'en est plus de même pour les sels anhydres; d'où il résulte que le nombre d'équivalents d'eau, que retient un sel, au moment où il cristallise, doit dépendre de cette condition : que la dissolution de ce sel doit s'accomplir sans variation du volume total. Il en résulterait encore, ainsi que nous l'avons déjà dit, l'égalité de deux actions qui s'exercent en sens inverse, l'une de dissociation et l'autre d'association : 1° Dissociation des éléments, SO^4Na et $10HO$, du cristal $SO^4Na, 10HO$, par exemple, accompagnée d'une augmentation de volume; 2° action coercitive du sel (SO^4Na) sur la masse entière du dissolvant, accompagnée d'une diminution de volume.

» Quant au phénomène du passage à l'état liquide et de la dissociation des éléments du cristal, il sera étudié ultérieurement, à l'aide d'expériences thermiques. Pour isoler l'effet thermique dû à la liquéfaction et à la dissociation des éléments du sel, de l'effet dû à la coercition de l'eau par ces mêmes éléments, il suffira de déterminer l'effet thermique afférent à la dissolution du premier équivalent, lequel comprend à la fois la fusion, la dissociation et la coercition, et d'en retrancher l'effet thermique afférent au dernier équivalent, qui comprend seulement la fusion et la dissociation sans coercition.

» 6° Enfin, considérons l'action coercitive A qu'un sel anhydre exerce sur la masse indéfinie de l'eau du dissolvant, comparée à l'action coercitive B exercée par le sel sur la proportion d'eau définie nécessaire à la consti-

(1) Il n'est pas possible, dans les conditions ordinaires, de constater expérimentalement ce maximum de solubilité, ainsi que l'insolubilité finale, parce que l'eau entre en ébullition à la température de 100 degrés, à laquelle la présence du sel n'apporte jamais un retard bien considérable. Nous nous proposons de faire des recherches sur ce point en opérant sur des dissolutions salines, en vases clos, dans des tubes de verre fermés à la lampe, par exemple, et soumis à des températures de plus en plus élevées.

tution du cristal. Si ces deux actions sont égales, la dissolution du sel cristallisé et hydraté se fera sans variation de volume. Si A l'emporte sur B, il y aura augmentation de volume au moment de la cristallisation, et par conséquent diminution de volume lors de la dissolution. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si B l'emporte sur A, c'est l'inverse qui aura lieu. On pourrait peut-être trouver dans ces considérations une explication de la facilité, plus ou moins grande, avec laquelle les sels peuvent se dissoudre, suivant que l'une ou l'autre de ces deux actions sera prédominante. Des considérations du même ordre conduiront peut-être à l'explication des phénomènes d'efflorescence et de déliquescence. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour remplir la place de Secrétaire perpétuel, laissée vacante par le décès de M. *Élie de Beaumont.*

Cette Commission doit se composer de six Membres, pris dans les Sections des Sciences mathématiques, et du Président en exercice.

Le nombre des votants étant 40,

M. Chasles obtient.	36	suffrages.
M. Becquerel.	35	»
M. Morin	35	»
M. Pâris.	27	»
M. Rolland	19	»
M. Mathieu	17	»
M. Liouville.	14	»
M. Berthelot.	14	»

Un certain nombre de Membres obtiennent un nombre de voix moindre.

En conséquence, la Commission se composera de MM. Bertrand, président en exercice, Chasles, Becquerel, Morin, Pâris, Rolland, Mathieu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Méthode suivie pour la recherche de la substance la plus efficace contre le Phylloxera, à la station viticole de Cognac;* par M. Max. Cornu.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On n'a pas oublié que le haut commerce de Cognac (1), justement effrayé des progrès de la maladie des vignes, fit, au printemps dernier, une souscription pour faciliter les recherches et les travaux de l'Académie. Le désir particulier des souscripteurs était qu'on installât, à Cognac même, un centre d'expériences faites en vue de combattre le Phylloxera. J'eus l'honneur d'être proposé pour diriger ces expériences; M. Dumas, président de la Commission académique du Phylloxera, me permettait et me conseillait même d'accepter; mais, retenu à Paris par mes fonctions, je fus, à mon grand regret, forcé de refuser. On me pria de désigner quelqu'un qui voulût bien travailler d'après un programme déterminé, sous la haute surveillance d'ailleurs de la Commission académique.

» M. Mouillefert, professeur à l'École d'Agriculture de Grignon, dont les connaissances théoriques et pratiques pouvaient être fort utiles dans le travail qu'il y avait à faire, voulut bien accepter ces conditions. Une méthode rationnelle d'opérations lui fut exposée, depuis longtemps soumise à M. Dumas, et à laquelle il avait bien voulu donner son adhésion. Il s'agissait d'opérer d'une façon systématique et régulière, de telle sorte que chaque expérience se rapprochât du but fixé. Les démarches préliminaires furent un peu longues, et je ne pus installer le laboratoire que dans le milieu du mois de juin, et il ne fonctionna, un peu tard déjà, que dans les premiers jours de juillet.

» Les expériences entreprises jusqu'à ce jour par les viticulteurs, en vue de détruire le Phylloxera, ont été faites isolément et dans un but surtout pratique; mais, en se rapprochant trop de l'application immédiate, il semble que les praticiens purs aient un peu perdu de vue les méthodes ra-

---

(1) On doit citer au premier rang, parmi les personnes ayant pris part à cette initiative, M. Lecoq de Boisbaudran, qui en eut le premier l'idée; M. J. Robin et son gendre, M. H. Germain; M. Thibaud; M. E. Martell, député, et son frère, M. H. Martell; M. Hennessy; M. le maire de Cognac, etc., etc.

tionnelles qui doivent même, sans trop paraître au dehors, diriger de pareilles recherches.

» La Commission départementale de l'Hérault est la seule Société qui s'occupât jusqu'à cette année d'une étude d'ensemble des procédés de guérison des vignes; elle est présidée par M. H. Marès, de l'Institut, et contient dans son sein des hommes de science à la fois et des viticulteurs très-habiles; il suffit de citer, outre le président, MM. Planchon, Lichtenstein, Bazille, Vialla, Durand et Jeannenod, ces deux derniers professeurs à l'École d'Agriculture de Montpellier. Il est impossible de trouver une association plus remarquable sous le rapport des connaissances scientifiques et viticoles, plus propre à diriger les expériences et à en apprécier les résultats. Aussi, désespérant de faire mieux qu'elle, en suivant la marche qu'elle suit encore, et pour ne pas faire double emploi avec elle, nous avons pris un autre chemin, guidé par les idées théoriques dont voici l'exposé.

» L'une des plus grandes difficultés, on pourrait même dire la seule, qu'on rencontre dans des recherches de ce genre, c'est la multiplicité des conditions dont il faut tenir compte à la fois et des substances diverses qu'il s'agit d'essayer successivement, de doser, de rejeter ou d'accepter. Si l'on veut aborder le problème dans son ensemble, on ne peut distinguer quel chemin il faut suivre à travers la confusion inextricable de conditions multiples, et l'on est arrêté par un amas d'obstacles groupés. Pour les surmonter, il faut classer méthodiquement ces conditions et tâcher de résoudre séparément chaque problème par ordre d'importance; il faut, pour employer une comparaison tirée d'un autre ordre d'idées, séparer les unités de divers ordres et s'occuper d'abord des plus fortes, pour passer ensuite aux moindres.

» 1° Si le remède réellement efficace était trouvé, la *première* condition qu'il devrait remplir serait d'avoir la faculté d'anéantir le Phylloxera. Le Phylloxera est l'unique cause du mal; c'est uniquement sous son action que les radicelles se renflent et pourrissent, que l'absorption est supprimée et que le système radical de la vigne se détruit. Il faut donc supprimer d'abord le Phylloxera, c'est la condition capitale; en dehors d'elle aucune chance de salut pour nos vignes européennes : les engrais, ainsi que je l'ai montré dans plusieurs Notes (1), ne peuvent produire qu'une amélioration passagère. Toute vigne européenne sur les racines de laquelle on laisse, sans les tuer, subsister des Phylloxeras, *est vouée à une mort certaine.*

---

(1) *Comptes rendus*, septembre, décembre 1873.

» 2° Le remède ne devrait pas trop fatiguer la vigne. Cette seconde condition, presque aussi importante que la première, est cependant du second ordre. Cette vérité est souvent méconnue malheureusement par les viticulteurs trop exclusivement praticiens. Transportons la question de la vigne chez l'homme, et l'importance relative des conditions ramenées à des faits journaliers et habituels apparaîtra plus clairement. Si l'on veut guérir un malade, il faut d'abord supprimer la cause de la maladie, mais sans trop le faire souffrir; sur ce second point cependant on a une latitude beaucoup plus grande : au prix de quelles opérations, de quelles souffrances n'achète-t-on pas quelquefois la guérison et la santé? La seconde condition est moins importante que la première, cela est bien évident, et MM. Planchon et Lichtenstein l'ont dit il y a déjà cinq ans et plus; j'y reviens ici pour tacher de lever les doutes qui peuvent subsister dans quelques esprits.

» Quant à la manière d'appliquer la substance efficace, l'importance de cette recherche est moindre encore et doit passer après les précédentes. Sans être médecin on comprendra aisément que, pour être guéri de la fièvre, il faut commencer par se procurer du sulfate de quinine avant de chercher comment on l'emploiera : l'important est que le remède agisse sur l'organisme, la manière de le faire absorber est relativement moins importante. En un mot, l'application du remède dépend essentiellement de la nature de ce remède, et les recherches qui y sont relatives ne peuvent venir qu'après qu'il aura été découvert.

» L'examen du prix de revient sera basé sur les faits établis précédemment, et les recherches qui y sont relatives ne devront de même venir qu'ensuite.

» Dès qu'on aura reconnu définitivement certaines substances comme efficaces et facilement applicables, on pourra chercher à les produire à bas prix ou à les remplacer par d'autres équivalentes et moins chères. Dans certains cas même et pour certains vignobles de grand luxe, dont les produits sont payés en raison de leur rareté, les collections précieuses de variétés rares (comme le sont celles de M. Pulliat, près de Lyon, de M. Henri Marès et de M. Bouschet, près de Montpellier), etc., on pourrait employer le remède avant qu'il fût devenu économique; dans les vignobles communs les propriétaires pourraient, en attendant, s'imposer quelques sacrifices pour conjurer la perte de leurs vignes.

» J'ai tâché, par des comparaisons, de montrer l'importance relative des questions qui se posent souvent aux agriculteurs, les embarrassent et paralysent leurs efforts. Cette subordination des conditions les unes aux autres

semble avoir échappé à beaucoup d'entre eux; dans les conversations que j'avais avec eux il était difficile de leur faire comprendre que la recherche de l'application ne devait venir qu'en troisième lieu. L'une des difficultés les plus insurmontables à leur point de vue est la diversité de la composition des terrains, de la nature sèche ou humide, argileuse, sablonneuse ou calcaire du sol, la variabilité de la surface et le changement à diverses profondeurs. Tout cela semblait décourager beaucoup les propriétaires. On conçoit que cette question devra être examinée dans la série des recherches sur l'application des remèdes et ne doit pas être examinée avant. Quant à l'influence des cépages, faible d'ailleurs, on pourra en tenir compte quand toutes les questions précédentes auront été résolues, et alors seulement.

» Il s'agit donc de rechercher d'abord les substances qui peuvent détruire le Phylloxera; on cherchera ensuite parmi celles-là celles qui peuvent le tuer sans trop faire souffrir la vigne. Le nombre des substances qu'on pourrait employer est déjà par ces deux conditions réduit à un nombre relativement petit, comparativement à l'ensemble : c'est parmi ces dernières qu'on cherchera celles qui peuvent être utilisées. Ainsi donc, on arrivera graduellement à éliminer un certain nombre de substances et à n'en conserver qu'un nombre de plus en plus restreint parmi lesquelles, si elle existe, devra se trouver celle qui peut guérir nos vignes.

» Telles sont les idées théoriques sur lesquelles est établi le programme des expériences. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur les inégalités séculaires des grands axes des orbites des planètes;* par M. **Émile Mathieu**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Serret, Bonnet, Puiseux.)

« Laplace, comme on sait, a d'abord démontré que les grands axes des planètes ne sont sujets à aucune inégalité séculaire, si l'on néglige les termes du troisième ordre par rapport aux excentricités et aux inclinaisons supposées très-petites. Lagrange a ensuite prouvé que cette proposition a lieu pour des excentricités et des inclinaisons arbitraires. Toutefois les démonstrations de Laplace et de Lagrange supposaient encore que l'on néglige, dans l'expression du grand axe, les termes multipliés par les carrés et les produits des masses. Poisson, dans le *Journal de l'École Polytechnique* (XVe cahier), démontre que le théorème est également vrai, quand on a égard aux termes de la fonction perturbatrice qui sont du second ordre par rapport aux masses.

» Maintenant que l'on sait que les grands axes des planètes ne sont soumis à aucune inégalité séculaire, quand on néglige les termes du troisième ordre par rapport aux masses perturbatrices, il reste à se demander si le théorème est encore vrai lorsqu'on tient compte de tous les ordres suivants, et si par conséquent les valeurs des grands axes oscilleront éternellement autour d'une valeur moyenne, en admettant que le système planétaire ne soit dérangé par aucune cause extérieure. Je ne suis point parvenu à traiter entièrement cette question dans le Mémoire actuel; mais j'y prouve que l'inverse du grand axe n'est soumis non-seulement à aucune inégalité séculaire du premier et du deuxième ordre, mais non plus à aucune du troisième.

» Comme le Soleil n'est pas fixe, mais attiré par les planètes, la fonction perturbatrice que l'on doit adopter, pour le mouvement relatif des planètes autour du Soleil, est différente pour les diverses planètes. Pour simplifier mon analyse, conformément à ce que j'ai montré dans un Mémoire présenté à l'Académie le 9 février dernier, je substitue aux planètes des corps fictifs, de manière que la fonction de forces devienne la même pour tous les corps; toutes les orbites sont alors légèrement modifiées, excepté celle que je me propose d'examiner, laquelle reste homothétique à elle-même; de plus, la planète et le corps fictif sont constamment sur le même rayon vecteur.

» Je prends pour fonctions de forces dans le système non troublé

$$U = \frac{\mu_1 \mu_2}{m_1} \frac{1}{r_1} + \frac{\mu_1 \mu_3}{m_2} \cdot \frac{1}{r_2} + \ldots,$$

en désignant par μ_1 la masse du Soleil, par μ_2, μ_3, ... les masses des planètes et par m_1, m_2, ... les masses fictives qui en diffèrent d'une quantité très-petite par rapport à elles-mêmes; enfin r_1, r_2, ... sont les distances de m_1, m_2, ... au Soleil. La fonction perturbatrice qui trouble le mouvement elliptique de m_1 peut être décomposée en les parties suivantes :

$$\Omega = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \ldots,$$

Ω_1, Ω_2, Ω_3, ... étant respectivement de l'ordre 1, 2, 3, ... par rapport aux masses perturbatrices. La fonction Ω dépend de t et des éléments des planètes, supposés variables; on obtient Ω_1 en remplaçant dans Ω les éléments par leurs valeurs pour l'époque $t = 0$. Ω_1 se représente par une série

$$\Omega_1 = L + P \sin(Nt + q) + P_1 \sin(N_1 t + q_1) + \ldots,$$

L désignant une constante, ainsi que P, P_1 ..., q, q_1, ...; N est un nombre

de la forme

$$N = in + i_1 n_1 + \ldots,$$

dans laquelle $i, i_1, \ldots$ sont des nombres entiers, et

$$n = \sqrt{\frac{\mu_1 \mu_2}{m_1}}\, a^{-\frac{3}{2}}, \qquad n_1 = \sqrt{\frac{\mu_2 \mu_3}{m_2}}\, a_1^{-\frac{3}{2}}, \ldots,$$

$a, a_1, \ldots$ étant les parties constantes des demi-grands axes des orbites fictives; $N_1, N_2, \ldots$ sont formés comme N.

» Désignons par τ la constante qui s'ajoute au temps t dans les formules du mouvement elliptique du corps m_1; la quantité τ n'entre dans le terme $P \sin(Nt + q)$ que par $in\tau$, qui doit être censé un terme de q.

» La fonction Ω_2 qui se déduit de la fonction Ω_1 se compose de termes de la forme

$$A \sin(Nt + p), \quad At \sin(Nt + p),$$

N étant essentiellement différent de zéro, et d'une partie constante facile à former. La quantité τ n'entre que dans l'argument de ces termes, comme pour les termes de Ω_1.

» Si l'on pose $h = -\frac{\mu_1 \mu_2}{m_1} \frac{1}{2a}$, on a

$$\frac{dh}{dt} = \frac{d\Omega}{d\tau}.$$

» La partie constante de Ω_1 et Ω_2 étant indépendante de τ, si l'on réduit Ω à $\Omega_1 + \Omega_2$, on voit que $\frac{dh}{dt}$ ne renferme aucun terme constant; donc h ne renferme aucun terme de la forme kt, k étant constant; donc h ou $\frac{1}{n}$ n'est sujet à aucune variation séculaire, même quand on tient compte des termes du second degré par rapport aux masses perturbatrices.

» Comme la partie constante de Ω_2 détermine les inégalités séculaires du second ordre des autres éléments de la planète, il est utile d'indiquer comment on peut la former. Le terme $P \sin(Nt + q)$ de Ω_1 y donnera les termes suivants :

$$(c) \qquad \frac{1}{m} H + \frac{1}{m_1} H_1 + \frac{1}{m_2} H_2 + \ldots,$$

en posant

$$H = \frac{P}{N}\left(\frac{dP}{db}\frac{dq}{dc} - \frac{dP}{dc}\frac{dq}{db}\right) + \frac{P}{N}\left(\frac{dP}{df}\frac{dq}{dg} - \frac{dP}{dg}\frac{dg}{df}\right) + \frac{P}{N}\frac{dP}{dh} in - \frac{n}{2}\frac{dn}{dh}\frac{P^2 i^2}{N^2},$$

et en faisant

$$b = \sqrt{\frac{\mu_1 \mu_2}{m_1}} \sqrt{p}, \quad g = -\sqrt{\frac{\mu_1 \mu_2}{m_1}} \sqrt{p} \cos I;$$

p représente le demi-paramètre de l'orbite, I son inclinaison sur un plan fixe, c la distance du périhélie au nœud ascendant, f la longitude du nœud à l'époque $t = 0$; H_1, H_2,... se forment, comme H, en faisant entrer ce qui est relatif à m_1, m_2,... au lieu de ce qui est relatif à m. Quant aux diviseurs m, m_1,... de la formule (c), ils ne sont qu'apparents.

» La fonction Ω_3, qui représente la partie du troisième ordre de la fonction perturbatrice, contient des termes des sept formes suivantes :

$$kt^2, \quad kt, \quad k,$$

$$kt^2 \sin(Nt+p), \quad kt \sin(Nt+p), \quad k(t+\tau) \sin(Nt+p), \quad k \sin(Nt+p),$$

la constante k étant indépendante de τ, et N étant essentiellement différent de zéro, en sorte qu'il n'y a aucun terme de la sixième forme qui se réduise à cette autre $k(t+\tau)$. Donc $\frac{dh}{dt}$ ne renferme aucun terme constant, ni des termes de la forme kt, kt^2; par conséquent $\frac{1}{a}$ n'est sujet à aucune variation séculaire, lors même qu'on tient compte des termes du troisième ordre par rapport aux masses perturbatrices.

» En examinant les termes d'ordre supérieur au troisième, on n'arrive plus aux mêmes conclusions. En effet, les termes du quatrième ordre de la fonction perturbatrice sont des formes suivantes :

$$kt^3, \quad kt^2, \quad kt, \quad k,$$

$$kt^3 \sin(Nt+p), \quad kt^2 \sin(Nt+p), \quad kt \sin(Nt+p), \quad k \sin(Nt+p),$$

$$kt(t+\tau) \sin(Nt+p), \quad k(t+\tau) \sin(Nt+p),$$

$$kt(t+\tau), \quad k(t+\tau),$$

la constante k étant indépendante de τ. Les termes des deux dernières formes donneront dans $\frac{1}{a}$ des termes du quatrième ordre, des formes kt, kt^2.

» De ce dernier résultat, on ne peut évidemment rien conclure contre la périodicité du grand axe. En effet, si le développement de l'expression de $\frac{1}{a}$ ne renfermait que des termes périodiques, quelque loin que l'on pousse l'approximation, la valeur de $\frac{1}{a}$ oscillerait constamment autour d'une valeur moyenne; mais, cette expression renfermant des termes du

quatrième ordre, de la forme kt, kt^2, il est évident que l'on ne peut en conclure le contraire, puisque le développement d'une fonction périodique peut produire de pareils termes. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques constructions géométriques applicables aux miroirs et aux lentilles.* Note de M. J. **Lissajous**, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

« 1. La position des foyers conjugués d'un miroir concave est donnée par la relation simple $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, dans laquelle p, p' et f représentent les distances des foyers conjugués et du foyer principal au sommet du miroir.

» Si nous mettons cette relation sous la forme $\frac{f}{p} + \frac{f}{p'} = 1$, on voit qu'elle n'est qu'un cas particulier de la relation $\frac{x}{p} + \frac{y}{p'} = 1$, équation d'une droite qui coupe deux axes coordonnés en p et p'.

» Traçons donc deux axes rectangulaires Ox et Oy (*fig.* 1); prenons un point M situé à la distance f des deux axes, et traçons une droite quelconque PMP′ passant par M : les distances OP et OP′ seront les valeurs conjuguées de p et de p'.

» Si l'on veut mettre OP′ dans sa position véritable sur l'axe OX, il suffit de le rabattre en $O\pi$, en traçant du point O un arc de cercle avec OP′ comme centre.

» En faisant varier la position de P de $+\infty$ à $-\infty$, on a toutes les positions correspondantes de P′ sur l'axe Oy, et, par suite, toutes les valeurs positives ou négatives de P′. La discussion des positions relatives des foyers conjugués peut se faire, par cette méthode, avec la plus grande facilité.

» Pour passer au cas du miroir concave, il suffit de changer dans la formule f en $-f$. La construction s'effectue alors en prenant le point M_1 dans l'angle formé par le prolongement des axes. La discussion est aussi simple que dans le cas précédent.

» 2. La formule $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ s'applique aux lentilles convergentes dont on néglige l'épaisseur, à la condition de considérer p comme positif quand il est reporté en sens inverse de la propagation de la lumière, et p' comme positif lorsqu'il est reporté dans le sens de la propagation.

» Si nous supposons que la propagation se fasse de X vers O, OP′ se détermine par la même construction que précédemment; seulement il doit

être rabattu en sens inverse de P, c'est-à-dire en π_1, et alors les deux points π_1 et P occupent, par rapport au point O, la position relative du foyer à l'égard du centre optique.

Fig. 1.

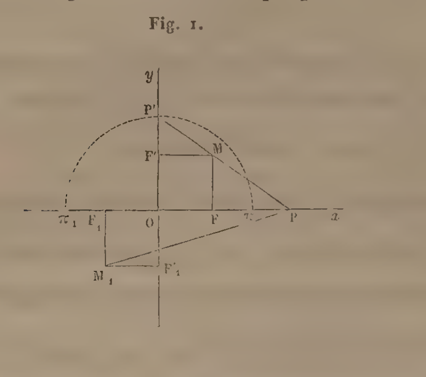
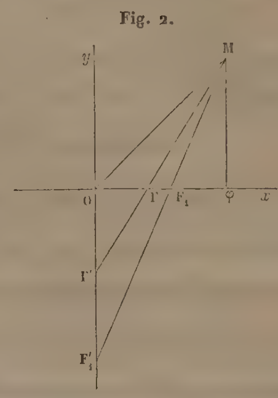


Fig. 2.



» Cette construction se prête à la même discussion que dans le cas des miroirs, à la condition, bien entendu, d'interpréter, suivant les habitudes de la Géométrie analytique, les changements de sens des lignes OP' et OP.

» La construction relative aux lentilles divergentes se fait d'après les mêmes principes, en tenant compte du changement de signe de f.

» 3. La distance focale principale d'une lentille dont on néglige l'épaisseur est exprimée par la formule bien connue $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'}\right)$, formule adoptée pour les lentilles convergentes, et qui s'appliquerait aux autres lentilles en tenant compte des changements de signes des quantités qui y entrent.

» Posons $(n-1)f = \varphi$, et nous aurons

$$\frac{1}{\varphi} = \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'}\right).$$

» Traçons deux axes rectangulaires Oy et Ox; reportons sur ces axes ρ et ρ' à partir du point O : nous aurons ainsi deux points R et R'; joignons RR', et menons la bissectrice de l'angle yOX : le point d'intersection de cette bissectrice et de RR' sera à une distance des deux axes égale à φ. Une fois φ obtenu, on le réduit dans le rapport de 1 à $(n-1)$, et l'on obtient f.

» Si, au contraire, f est connu, on en déduit φ; on construit le point M, qui est à la distance φ des deux axes, et, en menant une droite quelconque par ce point, les distances où elle rencontre les axes donnent les valeurs des deux rayons de courbure qui conviennent à une lentille de foyer f.

» Les diverses droites tracées ainsi permettent d'obtenir tous les couples de valeurs conjuguées, positives ou négatives, qui satisfont à la solution du problème. Peut-être cette construction si simple, qui substitue à un calcul assez long le tracé d'une simple droite et la mesure de deux longueurs, ne sera-t-elle pas sans utilité dans la pratique de l'optique.

4. Notre construction ne s'applique pas seulement à une lentille unique, mais à une succession de lentilles dont on a négligé les épaisseurs et dont on connaît les distances focales. On peut ainsi avoir très-simplement, indépendamment de l'étude de la marche des rayons, la position relative de l'objet et de l'image dans tous les systèmes optiques employés, tels que télescopes, lunettes, microscopes composés, oculaires composés de diverse nature.

» 5. La réalisation pratique de l'achromatisme dans les lentilles peut être notablement simplifiée par l'emploi de constructions graphiques fondées sur les principes précédents. Un système achromatique est en effet composé de deux lentilles qui, pour une certaine couleur, ont les distances focales f et f'. La distance focale du système φ pour la même couleur sera donnée par la relation $\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f'}$.

» Pour une deuxième couleur, on aura les distances focales f_1, f'_1 et φ_1. Si l'on veut réunir ces deux teintes au foyer du système, il faut que $\varphi = \varphi_1$.

» La solution de ce problème s'obtient graphiquement comme il suit :

» Traçons deux axes rectangulaires indéfinis Oy, Ox (*fig.* 2); sur la partie positive de Ox reportons les distances $OF = f$, $OF_1 = f_1$; sur l'axe Oy et vers la partie inférieure reportons les longueurs Of' et OF'_1. Menons la ligne OM bissectrice de l'angle yOx, le foyer φ s'obtiendra en prolongeant la ligne F′F jusqu'à la rencontre de OM en M et projetant OM sur l'axe des x, la projection $O\varphi$ sera égale à φ; φ_1 s'obtiendrait de même. Or, si φ_1 est égal à φ, il faut que les lignes F′F et $F'_1 F_1$ se rencontrent précisément sur la ligne OM, bissectrice de l'angle yOx.

» Or remarquons que les distances focales ont les valeurs suivantes :

$$f = \frac{1}{n-1} : \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'}\right), \quad f_1 = \frac{1}{n_1 - 1} : \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'}\right);$$

donc

$$\frac{f_1}{f} = \frac{n-1}{n_1 - 1} = a,$$

a étant une constante spécifique du verre employé. De même

$$\frac{f'_1}{f'} = \frac{n'-1}{n'_1 - 1} = b,$$

constante spécifique du deuxième verre.

» Si nous combinons successivement avec un même verre convergent de foyers f et f_1 différents verres divergents, pour chaque groupe de verres les lignes FF′ et $F_1F'_1$ auront leurs points de croisement quelque part. Il est facile de voir que le lieu de ces points de croisement, quand f' varie, f restant constant, est une droite parallèle à Oy.

» Il suffit donc de construire cette ligne et de la prolonger jusqu'à sa rencontre avec la ligne OM. On aura ainsi le point M, on joindra ce point à F et, en prolongeant la ligne MF jusqu'à la rencontre de l'axe Oy prolongé, on obtiendra le point F′ et par suite la valeur de f'.

» On a évidemment, quand la rencontre des lignes F′F et F'_1F_1 se fait sur la bissectrice, les relations suivantes :

$$\frac{\varphi - f}{\varphi} = \frac{f}{f'}, \quad \frac{\varphi - af}{\varphi} = \frac{af}{bf'};$$

on en déduit :

$$\frac{f'}{f} = \frac{a}{b}\frac{b-1}{a-1}.$$

» Le rapport des foyers, pour une même couleur, dans deux verres qui s'achromatisent est donc constant pour un même choix de verres. Une fois ce rapport déterminé, il ne reste plus qu'à choisir pour chaque verre la forme particulière qu'il doit avoir, eu égard aux circonstances dans lesquelles il doit être employé, et l'on peut alors utiliser la construction indiquée ci-dessus, qui permet de déterminer les courbures d'un verre dont on connaît l'indice et le foyer.

» 6. Dans tout ce qui précède, nous n'avons pas tenu compte de l'épaisseur des verres. Pour en tenir compte, il suffit de considérer la relation de position des foyers conjugués par rapport à une surface sphérique séparant deux milieux de réfrangibilité différente. Cette relation est la suivante :

$$\frac{f}{p} + \frac{f'}{p'} = 1,$$

f et f' étant les foyers principaux extérieur et intérieur de la surface. Cette relation se construit en menant une droite par le point dont les coordonnées sont f et f'; les distances où elle rencontre les axes sont p et p'.

» En utilisant cette construction, on peut résoudre, par des procédés graphiques très-simples, les questions relatives à la position des foyers conjugués dans des milieux successifs séparés par des intervalles quelconques, déterminer la position du centre optique et des points nodaux dans les

lentilles épaisses, et obtenir, comme conséquence des mêmes principes, un certain nombre de résultats que nous nous réservons d'exposer dans une nouvelle Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés de l'acide dioxymaléique;* par M. E. **Bourgoin.**

(Commissaires : MM. Cahours, Berthelot.)

« L'acide bibromomaléique, découvert par M. Kekulé, et dont j'ai indiqué le mode de formation dans un Mémoire précédent (1), est un acide très-stable, qui peut être distillé sans altération. Le brome y est tellement combiné que l'oxyde d'argent humide et récemment préparé est sans action sur sa solution aqueuse, contrairement à ce qui a lieu si facilement avec l'acide bromomaléique; après une ébullition prolongée, le mélange ne renferme pas trace de bromure d'argent. Même résultat négatif, lorsque l'on fait bouillir dans l'eau le bibromomaléate d'argent.

» Je suis cependant parvenu à déplacer le brome en chauffant à 160 degrés, pendant six heures, en vase clos, une solution étendue d'acide bibromomaléique. Le liquide filtré, exactement saturé par l'ammoniaque, a donné un abondant précipité par le nitrate d'argent; en reprenant ce précipité par de l'ammoniaque étendue, il est resté comme résidu du bromure d'argent. Il s'est formé, dans cette réaction, un nouvel acide organique, l'acide dioxymaléique, conformément à l'équation suivante :

$$C^8H^2Br^2O^8 + 2H^2O^2 = 2HBr + C^8H^4O^{12}.$$

» Pour obtenir l'acide dioxymaléique, on délaye le bibromomaléate d'argent dans de l'eau, et l'on chauffe le mélange dans des tubes scellés. L'attaque est sensiblement nulle après plusieurs heures de chauffe à 120 degrés; mais si l'on porte la température à 150 degrés, il se forme du bromure d'argent. A l'ouverture des tubes, il se dégage une quantité notable d'acide carbonique.

» Le liquide filtré est limpide, incolore, très-acide; neutralisé par l'ammoniaque, il donne avec le nitrate d'argent un précipité blanc, qui est du dioxymaléate d'argent, comme l'indique le dosage suivant :

Sel d'argent	0,526
Après calcination, Ag	0,315
Théorie, pour $C^8H^2Ag^2O^{12}$	0,314

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1141; 1874.

» Le dioxymaléate d'argent est soluble dans l'ammoniaque, dans l'acide azotique et même dans l'acide acétique en grand excès. Il se détruit par la chaleur sans détonation. Délayé dans l'eau et traité par l'acide sulfhydrique, il régénère l'acide dioxymaléique.

» L'acide dioxymaléique se présente sous forme de cristaux incolores, d'une saveur très-acide, non désagréable, rappelant celle de l'acide tartrique. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool, à peine soluble dans l'éther. Ses sels alcalins et alcalino-terreux sont solubles dans l'eau. C'est un acide incomplet, capable de fixer directement l'hydrogène et le brome, à la manière des acides maléique et oxymaléique.

» Il présente donc à la fois ce triple caractère d'acide bibasique (d'après l'analyse du sel d'argent), d'alcool diatomique (d'après son mode de formation) et d'acide incomplet. Il se distingue par là très-nettement d'un acide isomère, découvert il y a quelque temps, l'acide tricarbonique $C^2H^4 3C^2O^4$, obtenu par la métamorphose du cyanoforme, car ce corps joue simplement le rôle d'un acide tribasique.

» L'existence de l'acide dioxymaléique complète une série remarquable; aux acides succinique, malique et tartrique correspondent trois acides qui en diffèrent par 2 équivalents d'hydrogène en moins, comme l'indique le tableau suivant :

Acide succinique.	Acide malique.	Acide tartrique.
$C^8H^6O^8$	$C^8H^6O^{10}$	$C^8H^6O^{12}$.
Acide maléique.	Acide oxymaléique.	Acide dioxymaléique.
$C^8H^4O^8$	$C^8H^4O^{10}$	$C^8H^4O^{12}$.

AÉRONAUTIQUE. — *Essai de comparaison entre les principaux systèmes de navigation aérienne.* Note de M. **Duroy de Bruignac**, présentée par M. Tresca.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Les deux systèmes principaux proposés jusqu'ici pour la navigation aérienne sont les *aérostats*, dont le principe est connu, et les *aéroplanes*, qui consistent essentiellement en une surface oblique, mue horizontalement par un propulseur quelconque, et qui se soutient en l'air par l'effet de cette translation. En général, cette surface, dite *aviatrice*, est plane; mais elle peut être courbe, comme chez les oiseaux, l'action totale étant la somme des actions partielles sur les éléments plans de la surface.

» Les savants qui s'occupent d'aéronautique diffèrent d'avis sur le système qui paraîtrait offrir le plus de chances de réussite, soit des aéroplanes, soit

des aérostats munis d'un propulseur. Le meilleur moyen de résoudre cette question, importante pour circonscrire les recherches, est d'établir une comparaison méthodique entre les systèmes. C'est ce que nous allons chercher à faire.

» Pour que cette comparaison soit suffisamment pratique, il semble nécessaire de supposer comme condition commune une vitesse horizontale de translation assez grande, 10 mètres au moins par exemple. En effet, le plus léger vent proprement dit ayant à peu près cette vitesse, il faut l'atteindre pour se trouver dans les conditions vraies de l'aéronautique; une vitesse moindre ne satisferait qu'à des cas particuliers trop restreints.

» Le premier élément de calcul est de déterminer la résistance à la translation dans l'air de solides de formes données à des vitesses données. Le système qui, pour un même poids total des appareils, causera le moindre travail de translation sera pratiquement le meilleur. On verra aussi par là si l'un des systèmes déjà proposés demande assez peu de travail pour être réalisable par les moteurs connus.

» Des expériences ont été faites sur la pression normale du vent sur les voiles à diverses vitesses. Voici les principaux résultats de ces expériences; lors même qu'une nouvelle étude y apporterait des corrections, ils suffisent pour ce qui va suivre :

Pour une vitesse du vent de	10^m	par seconde, la pression normale	par mètre carré..	13^k
»	15^m	»	»	30
»	20^m	»	»	54
»	30^m	»	»	122
»	45^m	»	»	277

On remarque que les pressions croissent à peu près comme les carrés des vitesses.

» Une fois connue la résistance de l'air à la translation d'un solide donné, le travail de translation sera le produit de cette résistance par la vitesse *relative* de translation.

» Nous trouvons ainsi pour un aéroplane de poids total p, et n'offrant d'autre résistance à l'air que celle de son plan aviateur, de surface S,

$$p = p_n S \sin^2\alpha \cos\alpha V,$$

$$T = p \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} V.$$

p_n représentant la pression du vent sur une unité de surface normale à sa direction;

α étant l'angle du plan aviateur et de la direction du vent;
T le travail de translation correspondant à la vitesse V.

» L'angle aviateur le plus favorable est celui qui permet à l'aéroplane de porter son poids p avec la plus petite surface aviatrice, c'est-à-dire celui qui correspond au maximum de $\sin^2\alpha\cos\alpha$; c'est $\alpha = 54°40'$.

» Mais, comme on va le voir, cet angle, qui donnerait évidemment le minimum de poids mort d'un aéroplane, nécessiterait un travail de translation beaucoup trop fort; et l'on est ainsi conduit à des angles aviateurs beaucoup moindres.

» Nous démontrons, au moyen des équations précédentes, que *l'angle d'un aéroplane étant maintenu au minimum nécessaire pour porter son poids, le travail de translation diminue à mesure que la vitesse augmente.*

» Nous prouvons aussi qu'au point de vue du travail de translation *il y a avantage à faire les aéroplanes avec un plan aviateur aussi grand et un angle aviateur aussi petit que possible.*

» On reconnaît aisément que le travail de translation des aérostats ordinaires n'offre pas de pareilles ressources, et qu'il croît sensiblement comme le cube de la vitesse.

» L'auteur démontre ensuite que *la résistance de translation d'une sphère est moitié de celle de son grand cercle;* que *la résistance de translation d'un demi-fuseau équilatéral égale les $\frac{7}{24}$ de celle de son grand cercle.*

» Supposons, d'après ce qui a été dit plus haut, une vitesse de 10 mètres et des appareils pesant chacun 1000 kilogrammes en tout, y compris leur chargement.

» 1° *Aérostat.* — L'auteur démontre, en supposant l'hydrogène assez pur pour enlever 1 kilogramme par mètre cube, que le travail de translation du ballon seul, en négligeant la nacelle, est donné par le tableau suivant :

Diamètre.	Longueur.	Travail de translation.	Observations.
m 12,40	m 12,40	104 chevaux	Aérostat sphérique.
7,81	23,43	42 »	Aérostat oblong à calotte hémisphérique.
4,83	28,98	31 »	Deux aérostats oblongs à calottes hémisphériques.
4,03	40,30	22 »	» »
5,09	50,90	18 »	Aérostat oblong à calotte hémisphérique.
5,09	52,83	10 »	Aérostat à calotte en demi-fuseau équilatéral.

» Ces exemples paraissent approcher de la limite pratique; en tout cas ils suffisent pour l'indiquer.

» 2° *Aéroplane.* — Nous supposerons pareillement un aéroplane pesant

en tout 1000 kilogrammes, et se déplaçant horizontalement avec une vitesse de 10 mètres; nous négligerons toute autre résistance de l'air que celle du plan aviateur.

» Un aéroplane construit pour marcher à l'angle de 54°40′ et offrant une surface aviatrice de 200 mètres carrés nécessiterait un travail de translation de 187 chevaux. Si on veut le faire marcher sous un angle de 14 degrés, il faudra pour le soutenir une pression horizontale de 88 kilogrammes correspondant à une vitesse de 26 mètres et exigeant un travail de 87 chevaux. Si l'aéroplane avait été construit avec une surface suffisante pour marcher sous l'angle de 14 degrés à la vitesse de 10 mètres, son travail de *translation* à cette vitesse aurait été seulement de 33 chevaux.

» Bien que l'angle de 14 degrés ne soit pas un minimum, il est clair qu'on ne saurait aller beaucoup au-dessous sans augmenter trop la surface aviatrice ainsi que le poids de l'aéroplane; ce qui précède donne donc une idée suffisante des résultats pratiques. L'avantage semble rester aux aérostats, sauf à examiner si l'on ne pourrait plus utilement réunir les deux genres d'appareils. . . . .

» 3° *Aéroplane mixte.* — Soit un aéroplane rectangulaire portant un aérostat prismatique, tel que leurs projections sur un plan normal à la direction du mouvement soient égales entre elles.

» Soit un plan aviateur dont la surface est $S = nc^2$ (1), surmonté d'un ballon prismatique comme il vient d'être dit. Soit p le poids total de l'appareil, α l'angle aviateur. L'équilibre vertical de l'appareil résultera évidemment de l'équation

$$p = p_n nc^2 \sin^2\alpha \cos\alpha + d\frac{n^2}{2}c^3 \sin\alpha \cos\alpha.$$

» Le travail de translation est donné par la formule

$$T = p_n \times nc^2 x \sin^3\alpha \times V.$$

» Nous pouvons pour diverses hypothèses dresser le tableau suivant en supposant $V = 10$ mètres et $p_n = 13$ kilogrammes :

α	n	c	nc	T	
		m	m		
54°40′	2	9,62	19,24	109 chevaux.	
	4	5,06	20,24	96 »	
	4	4,35	17,40	71 »	Le volume de l'aérostat est supposé doublé.
18°20′	4	5,62	22,48	7 »	» »
14°00′	6	4,74	28,44	3,3	» »

(1) Le côté du rectangle perpendiculaire à la direction du vent est désigné par c, l'autre par nc.

» Nous ne savons si ces exemples atteignent la limite pratique résultant du poids des appareils, mais il paraît certain qu'ils ne la dépassent pas. D'autre part, ne pourrait-on pas accroître la vitesse de 10 mètres admise dans ces calculs? Il en résulterait, pour le même appareil, une diminution nouvelle du travail moteur.

» En présence de ces résultats, n'est-il pas permis de penser que l'aéronautique est possible avec les moteurs connus et sans qu'il faille en inventer d'autres, à la condition de les construire en vue de la plus grande légèreté, sans se préoccuper de l'économie?

» Bien que nous ayons dû écarter l'examen des détails de construction, il est indispensable de dire un mot d'un élément des aéroplanes, étranger à leur théorie proprement dite, mais essentiel, c'est-à-dire de leur *équilibre*.

» Voici, en quelques mots, le genre de disposition qui semblerait préférable. Les deux ballons prismatiques seraient placés, comme les tambours d'un bateau à vapeur, des deux côtés de la nacelle, taillée en clipper aigu ou en toue; ils seraient reliés par un axe transversal, portant directement sur la nacelle et commandant leur inclinaison commune. Le lest consisterait en un poids, relativement léger, placé assez loin au-dessous de la nacelle, mais relié à elle; dans les oscillations, le moment de ce lest, relativement à la verticale passant par le centre de gravité du système, redresserait l'appareil.

» Il n'est pas impossible de supposer une saute-de-vent assez brusque pour rendre vertical le plan aviateur; dans ce cas, un aéroplane simple risquerait de ne se redresser que difficilement, mais un aéroplane *mixte* se redresserait sûrement à cause de ses aérostats. »

GÉOLOGIE. — *Sur les volcans de l'île de Java, et leurs rapports avec le réseau pentagonal.* Mémoire de M. **Alexis Perrey**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle s'adjoindront MM. Daubrée, Janssen.)

« Le travail que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie fait suite à celui qui lui a été présenté par M. Élie de Beaumont dans la séance du 17 août dernier (1). C'est sur la demande de M. Élie de Beaumont qu'ont été ré-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 844-848.

digés ces deux Mémoires auxquels il prenait un grand intérêt; il m'écrivait le lendemain de la présentation du premier :

« J'ai reçu vendredi dernier la lettre que vous avez bien voulu m'écrire le 13 août, en m'envoyant votre grand et beau travail intitulé : *Étude du réseau pentagonal dans l'océan Pacifique*. J'en ai parcouru immédiatement le texte et les cartes.

» J'ai présenté hier lundi votre Mémoire et les cartes à l'Académie. J'ai lu en entier votre préambule et, pour donner une idée de la consistance du travail entier, j'ai lu la monographie du cercle auxiliaire 5 A passant aux îles des Amis, que j'ai choisie comme étant une des plus courtes, et, d'après votre lettre d'envoi, j'ai ajouté quelques remarques au sujet du mont Cook et des îles Émeraude et de la Compagnie Royale. Le tout, ainsi que les cartes, a été renvoyé à l'examen d'une Commission composée de M. Ch. Sainte-Claire Deville, de M. l'amiral Jurien de la Gravière, directeur du Dépôt de la Marine, et de moi-même.

» Les Commissaires pourront examiner votre grand travail et préparer le Rapport qu'ils doivent faire à l'Académie.

» Pour moi, cher Monsieur, je vous félicite bien sincèrement d'avoir pu, malgré l'état précaire de votre vue, mener à bonne fin cette grande entreprise et je ne négligerai rien pour que l'importance en soit dûment appréciée.

» Je vous engage à poursuivre, autant que votre vue vous le permettra, le Mémoire dont vous me parlez sur les volcans de Java. »

» Au reçu de cette lettre si encourageante, je me mis aussitôt à l'œuvre, et, le 30 du même mois, après l'avoir remercié de ses bonnes paroles, j'eus le plaisir de lui annoncer que j'avais calculé les soixante-dix-huit intersections des cercles du réseau pentagonal, qui traversent l'île de Java; et, le 14 septembre, une semaine avant sa mort, il m'écrivait de nouveau :

« ... J'ai été heureux de voir que la marche que j'ai suivie pour la présentation de votre *Étude*... vous a été agréable.

» J'apprends avec *la plus vive satisfaction* que vous vous occupez de placer sur la carte de Java les soixante-dix-huit intersections calculées des cercles du réseau qui traversent cette île, ce qui vous permettra de tracer très-rigoureusement les cercles eux-mêmes. Je ne connais pas pour cela de meilleure carte que celle de Petermann.

» Les antipodes de Java tombent dans la Nouvelle-Grenade, et en y construisant vos soixante-dix-huit points calculés vous arriveriez peut-être à certains rapprochements curieux.

» Je vous réitère, cher Monsieur, avec plus de force encore l'expression des vœux que je forme pour que vous soyez bientôt en mesure d'adresser à l'Académie votre grand travail sur Java. Vous pouvez être certain qu'il y sera accueilli avec un vif intérêt. »

» C'est sous le haut patronage du souvenir vénéré de mon bien-aimé maître que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie ce nouveau Mémoire, dont, pendant de longues années, j'ai travaillé à réunir et à classer les matériaux, extraits des ouvrages hollandais.

» J'ai pris pour guide Junghuhn, l'historien le plus autorisé des volcans

de Java (1). Je ne pouvais songer à reproduire intégralement ses monographies et ses explorations. Je les analyse ou je ne fais que les signaler. Je donne une description succincte de chaque volcan, je fais ensuite le précis de ses éruptions connues, et je termine, autant que possible, par l'indication des ascensions qu'on y a faites; enfin j'indique en note, au bas des pages, toutes les sources auxquelles j'ai puisé: il sera facile ainsi de vérifier tous les faits que je mentionne et de trouver au besoin les développements qu'on pourra désirer.

» Un Mémoire de ce genre devait être accompagné d'une carte, d'ailleurs nécessaire pour tracer les cercles du réseau. J'ai choisi celle que M. A. Petermann a publiée dans ses *Mittheilungen* en 1860 (2), et, comme on l'a vu, ce choix a reçu l'approbation de M. Élie de Beaumont.

» J'ai profité de cette carte pour ajouter aux quarante-cinq volcans admis et décrits par Junghuhn d'autres montagnes assez nombreuses, que les Javanais désignent sous la dénomination générique de *Goenoeng* ou volcan, *gunung* en allemand.

» J'ai cru devoir adopter l'orthographe hollandaise pour les noms propres. J'ai remplacé la diphthongue française *ou* par la double voyelle hollandaise *oe* qui a le même son, exprimée en allemand par la seule lettre *u*. Ainsi, j'ai écrit *goenter* au lieu de *gountour* et *guntur*, *keloet* au lieu de *clout* et *klut*, etc.

» Enfin je termine ce long travail par la description des treize cercles du réseau pentagonal qui traversent l'île de Java. En signalant leurs relations de position avec les volcans, je suis arrivé à plusieurs résultats qui ne manquent pas d'intérêt.

» En résumé, on compte à Java seize volcans actuellement en activité. Ce sont: Gedeh, Tankoeban-Prauw, Goentoer (très-actif), Galoenggoeng (une seule éruption connue, mais terrible en 1822), Tjerimai, Slamat, Plateau de Dieng, Sindoro, Merbaboe, Merapi, Keloet, Tengger ou Bromo (ces trois derniers très-actifs), Semeroe, Lamongan (le plus actif depuis plusieurs années), Rawon et Idjen.

» Quatre : Salak, Panggerango, Papandaijang et Lawoe ont eu leurs

---

(1) Je donne, à la fin de mon Mémoire, la liste de ses ouvrages que je possède dans ma collection séismique, et que j'ai consultés.

(2) Cette carte a paru dans le cahier V des *Mittheilungen* de 1860. Elle a pour titre : *Orographisch physikalische-Karte von Java*. Elle a été construite d'après la grande carte de Junghuhn. Elle porte diverses teintes pour les altitudes de 1000 en 1000 pieds de zéro à 6000; puis de 2000 en 2000 de 6000 à 10000 pieds et au-dessus.

dernières éruptions dans le XVIII[e] siècle et paraissent en repos. On ne connaît même qu'une seule éruption de chacun d'eux.

» Deux autres n'ont eu non plus qu'une éruption, mais sont inactifs depuis plus longtemps. Celle de Poelo Rakataremonte en 1680, et celle du Ringgit au XVI[e] siècle; elle a duré au moins une dizaine d'années, de 1586 à 1597.

» Les éruptions des vingt-trois autres sont inconnues. Mais tous ne sont pas éteints; plusieurs sont encore à l'état de *Kawa* ou de solfatare, tels que Krawang, Poelosari, Kawa-Tjiwidi, Waijang, Kawa-Kiamis et Kawa-Manoek (près du Goentoer), Telaga-Bodas, Tampoemas et Oengaraen. »

VITICULTURE. — *Études relatives au Phylloxera. Expériences faites sur des rameaux de vigne immergés dans l'eau tenant divers produits en dissolution.* Note de M. **A. Baudrimont.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le Phylloxera continuant à exercer ses ravages, il importe de chercher avec soin les moyens et les agents dont on peut faire usage pour le combattre: Déjà bien des produits et des mélanges ont été proposés et même essayés; mais, avant tout, il convient de savoir si les produits, quels qu'ils soient, ne sont point nuisibles à la vigne. Avant d'opérer sur des vignes phylloxérées, il paraît rationnel de le faire sur des vignes saines, et de voir les effets qu'elles éprouvent lorsqu'on les met en présence de divers agents.

» J'ai entrepris des expériences de cet ordre; mais elles demandent un temps assez considérable pour que l'on puisse être certain du résultat obtenu. Afin d'éviter cette lenteur expérimentale, j'ai pensé à mettre simplement des rameaux de vigne en présence de produits dissous dans l'eau, et même, afin d'obtenir des résultats aussi généraux que possible, j'ai pensé qu'il conviendrait d'essayer l'action de produits qui ne seront jamais employés comme antiphylloxériques, au moins sur une grande échelle, soit parce que l'on ne pourrait se les procurer qu'en quantité trop minime, soit parce qu'ils seraient d'un prix trop élevé, soit enfin parce qu'ils seraient dangereux pour ceux qui en feraient usage.

» On pourra objecter au présent travail qu'un rameau de vigne qui doit spontanément cesser d'exister dans un bref délai, et qui est privé de radicelles, ne peut être comparé à un cep plein de vie et planté dans le sol. Cependant, tous les produits solubles dans l'eau étant absorbés par les vé-

gétaux lorsqu'ils n'en détruisent pas les tissus, ou lorsqu'ils n'en obstruent point les vaisseaux, les renseignements obtenus par le mode d'expérimentation adopté peuvent être d'une certaine utilité; n'eussent-ils d'ailleurs qu'un caractère purement scientifique, ils ne manqueraient pas d'intérêt, puisqu'ils sont l'origine d'une science nouvelle, celle qui étend jusqu'aux végétaux les actions des produits pharmaceutiques ou vénéneux.

» Les liquides étaient placés dans des flacons d'un demi-litre de capacité. Les rameaux y étaient introduits après avoir été coupés de nouveau et obliquement, afin que les vaisseaux ne pussent être obstrués trop facilement par la condensation et la dessiccation de la séve.

» Les produits solides, dissous dans l'eau, en ont été autant que possible le vingt-cinquième en poids.

» En employant cette quantité de matière, j'ai cru me placer dans les conditions qui pourront se présenter dans le traitement des vignes phylloxérées. Lorsque l'on emploiera des produits solubles placés dans une cavité creusée au pied de ce végétal, il pourra arriver que des dissolutions concentrées pénétreront jusqu'à ses radicelles; alors leur action dépassera de beaucoup celles déterminées par des dissolutions ne contenant que quatre centièmes du poids de l'eau représentés par des produits actifs.

» Pour éclaircir ce sujet, et surtout pour rester dans les limites de produits qui seraient employés comme engrais, des expériences du même ordre ont été entreprises avec de l'eau distillée ne contenant qu'un millième de son poids de produit étranger, soit 1 gramme par litre.

» Il résulte des expériences consignées dans ce travail que presque toutes les substances qui sont vénéneuses pour les animaux exercent aussi une action délétère sur la vigne. Il en a été de même pour des substances qui ont d'abord paru lui être favorables, telles que l'acétate de plomb, le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure, auxquels on peut joindre les cyanoferrures potassiques jaune et rouge.

» Les acides, l'ammoniaque, le sulfure ammonhydride, l'arsenic dans deux états de combinaisons (acide arsénieux et arséniate de potasse), les carbonates et les bicarbonates alcalins, l'azotate potassique, le sulfate zincique, le sulfate ferreux et même les sels calcaires ont tous été nuisibles à la vigne. Toutefois il ne faut point perdre de vue la dose élevée à laquelle ces produits ont été employés.

» Il en a été de même du tabac et de la noix vomique, qui contiennent des poisons d'origine organique.

» Il n'y a que le sulfate d'ammoniaque et le sulfure calcique soluble,

obtenu par la voie sèche, qui n'aient point exercé une action défavorable sur la vigne.

» En dehors de ces produits, il y a encore le chlorhydrate de morphine et l'azotate de strychnine qui ont paru exercer une action favorable sur ce végétal; mais il est probable que cette action n'était qu'apparente. Le prix de ces substances est d'ailleurs trop élevé pour que l'on puisse les employer comme antiphylloxériques. Il pourrait d'ailleurs y avoir du danger à le faire, parce que si ces produits venaient se concentrer dans le raisin, ils pourraient finalement réagir d'une manière fâcheuse sur ceux qui seraient appelés, soit à le consommer directement, soit à boire le vin qui en proviendrait.

» Il résulte enfin de cette première partie des expériences entreprises sur des rameaux de vignes qu'une foule de produits qui ont été proposés pour combattre l'épiampélie phylloxérique doivent être rejetés, comme étant essentiellement nuisibles à la vigne; cependant, à une dose plus faible, ils pourraient donner au contraire des résultats avantageux, ainsi que cela sera ultérieurement démontré. En tenant compte de ces observations, le premier principe des traitements à adopter doit être de détruire le Phylloxera et de conserver la vigne; même de l'améliorer s'il se peut, résultat que mes expériences me permettent de regarder comme pouvant être atteint. »

M. **Millardet**, délégué de l'Académie, adresse une collection de cinquante-quatre photographies reproduisant, en grandeur naturelle, les feuilles, les tiges et les fruits des cépages américains qui résistent au Phylloxera, et les espèces dont ils sont issus.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. **A. Rommier**, **H. Audoynaud**, **Carvès**, **Cabien**, **Guénebaut**, **Prévost-Ritter**, **A. Jouanet**, **Estingoy**, **Andrieu**, **Cauvy**, **Rolin**, **Ch. Tellier**, **H. Stephen**, **Vignial**, **G. Beaume** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

Toutes ces pièces sont renvoyées à l'examen de la Commission.

M. **L. Heinrich** adresse une Note concernant la direction des ballons à l'aide d'un moteur fondé sur la force centrifuge.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie des passages suivants d'une Lettre qui lui est adressée par Mme *Janssen*, qui a accompagné son mari dans son expédition; elle donne des détails sur les effets du typhon de Hong-Kong.

« En rade de Hong-Kong, 26 septembre 1874.

».... Vous avez appris, par la dépêche adressée à Monsieur le Président de l'Académie, le danger dont nous avons été menacés....

» Nous étions heureusement sur un excellent navire, conduit par un commandant vigilant et expérimenté; mais, à trois jours d'intervalle seulement, nous avons passé par deux cyclones, dont le second a été terrible, et sera cité comme celui de Bourbon dans les annales maritimes. Au dire des commandants, des agents maritimes, de tous ceux qui naviguent dans ces mers, depuis douze ou quinze ans on n'en a pas vu de semblable: les désastres sur terre et sur mer sont immenses.

» La première fois, nous étions en mer à deux jours de Hong-Kong; pendant vingt-quatre heures nous n'avons pour ainsi dire pas avancé, ballottés par des vents violents et contraires et sous une pluie torrentielle; grâce à la prudence de notre commandant, nous avons pu ne pas passer au centre du cyclone; mais, la seconde fois, nous étions en rade de Hong-Kong, nous ne pouvions qu'attendre. Tout était prévu pour parer aux événements mais nous courions un danger imminent; si la chaîne de notre ancre se rompait, nous étions jetés à la côte; depuis 9 heures jusqu'à 2 heures du matin le baromètre a baissé, le vent augmentait de violence et ne laissait pas d'intervalle; cependant vers 4 heures le baromètre a commencé à remonter, un calme relatif s'est fait sentir; jusqu'alors notre chaîne avait tenu bon, nous étions sauvés, nous avions seulement, en terme marin, chassé, c'est-à-dire traîné notre ancre à environ 500 mètres, ce qui a causé un moment d'effroi aux passagers restés à terre lorsqu'ils ne nous ont plus aperçu le matin.

» Voilà quelle nuit nous avons passé du 23 au 24. Au jour, nous avions sous les yeux un spectacle navrant : la ville était encore dans l'eau; la mer, encore d'une hauteur prodigieuse, nous apportait des épaves de toute nature; des mâts, des coques de navires paraissaient seuls là où nous avions vu la veille tant d'embarcations complètes et élégantes, et depuis deux jours on ne cesse de recueillir autour de nous les corps flottants. Plus de

quinze cents Chinois ont disparu avec leurs sampans, petites embarcations où vit toute la famille. Un navire espagnol, arrivé dans la matinée, a perdu quatre-vingt-dix passagers et son équipage. On compte une douzaine de navires perdus; un grand nombre ont éprouvé des pertes considérables, mais on ne peut évaluer encore le nombre des victimes. La ville offre aussi un aspect désolé : les toits sont enlevés, les maisons écroulées en partie, les quais brisés, les rues jonchées d'arbres, de débris de toutes sortes. Cependant cette population chinoise paraît résignée, chacun va et vient, réparant les dégâts avec une tranquillité qu'on ne pourrait remarquer chez nous.

» Ce soir nous avons quitté l'*Ava* et nous sommes maintenant à bord du *Tanaïs;* dans huit à neuf jours nous espérons arriver à Yokohama. »

M. **Janssen** ajoute : « Nous devons des éloges à notre commandant et à nos officiers, pour leur conduite pendant la tourmente. J'ai passé toute la nuit du typhon (22 à 23 septembre) avec le commandant, et je vous enverrai nos observations. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *J. Maistre,* intitulée « De l'influence des forêts sur le régime des sources ;

2° Une brochure de M. *Cauvy*, intitulée « Note sur le Phylloxera ».

ANALYSE. — *Sur une formule de transformation des fonctions elliptiques.* Note de M. **Brioschi**, présentée par M. Hermite.

« On sait, par les recherches de M. Hermite, qu'en désignant par g_2, g_3 les invariants d'une forme binaire du quatrième degré, on peut donner à l'intégrale elliptique la forme

$$\frac{dx}{\sqrt{4x^3 - g_2 x - g_3}} = du.$$

» Il semble, d'après quelques indications qu'on doit à ses élèves, que M. Weierstrass ait, dans ses leçons, refondu à nouveau la théorie des fonctions elliptiques, en prenant pour type la forme précédente. Les renseignements les plus importants sur les résultats obtenus par le savant professeur sont exposés dans deux Notes de M. Müller, publiées, l'une, comme dissertation inaugurale, en 1867, la seconde, plus récemment,

en 1872 (*). L'un et l'autre des Mémoires de M. Müller ont pour but la transformation des fonctions elliptiques de la forme indiquée, en supposant connues les propriétés des fonctions doublement périodiques $x = p(u)$.

» Mais le problème de la transformation peut être envisagé, comme on sait, d'un autre point de vue, indépendamment des propriétés des fonctions périodiques, et c'est en suivant cette méthode plus directe que je suis arrivé à établir certaines formules générales que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

» En supposant

$$\frac{dy}{\sqrt{4y^3 - G_2 y - G_3}} = du,$$

je considère pour le moment les transformations de degré n nombre premier. Les formules principales, pour ces transformations, sont données par les théorèmes suivants :

» 1° En posant $\nu = \frac{n-1}{2}$, soit

$$T = x^\nu + a_1 x^{\nu-1} + a_2 x^{\nu-2} + \ldots + \alpha_\nu.$$

Si, avec le polynôme T, on forme le polynôme du degré n,

$$(1) \qquad U = \varphi(x)(T'^2 - TT'') - \tfrac{1}{2}\varphi'(x)TT' + [(2\nu + 1)x + 2a_1]T^2,$$

où

$$\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3, \quad n = 2\nu + 1,$$

et T', T'',... sont les dérivées de T; la formule de transformation sera

$$y = \frac{U}{T^2}.$$

» 2° Si l'on pose

$$U = x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \alpha_2 x^{n-2} + \ldots + \alpha_n,$$

on a, pour un coefficient quelconque α_s, la valeur suivante :

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \alpha_s = {} & \sum_{0i}^{s} (2s^2 + s + 1 - 8i^2) a_i \alpha_{s-i} + 2a_1 \sum_{0i}^{s-1} a_i a_{s-i-1} \\ & - \tfrac{1}{2} g_2 \sum_{0i}^{s-2} (\nu + s^2 - \tfrac{3}{2}s + s - 4i^2)\, a_i a_{s-i-2} \\ & - \tfrac{1}{2} g_3 \sum_{0i}^{s-3} (2\nu + s^2 - 7s + 12 - 4i^2) a_i a_{s-i-3}. \end{aligned} \right.$$

(*) *De transformatione functionum ellipticarum. Dissertatio inauguralis*, 1867; *Ueber die Transformation vierten Grades der elliptischen Functionen*, 1872.

» La détermination des valeurs de G_2, G_3 et des coefficients $a_1, a_2, \ldots, \alpha_\nu$ de la formule de transformation peut s'obtenir comme il suit.

» Soit W le polynôme du degré $2n+1$, qu'on obtient en substituant, dans la formule (1), le polynôme U au polynôme T, n au lieu de ν, α_1 pour a_1. En supposant

$$W = x^{2n+1} + A_1 x^{2n} + A_2 x^{2n-1} + \ldots + A_{2n+1},$$

la valeur d'un coefficient quelconque A_s se déduira de la formule (2) en changeant les a avec les α et substituant n au lieu de ν.

» Cela posé, on aura identiquement

$$W - xU^2 + \tfrac{1}{2}G_2 UV + G_3 V^2 = 0, \tag{3}$$

où $V = T^2$; et, en égalant à zéro les coefficients de l'équation même, on aura une série de relations dont on déduira les valeurs cherchées.

» Les coefficients de x^{2n-1}, x^{2n-2},..., dans l'équation (2), donnent

$$A_2 - (\alpha_1^2 + 2\alpha_2) + \tfrac{1}{2}G_2 = 0,$$
$$A_3 - 2(\alpha_1\alpha_2 + \alpha_3) + \tfrac{1}{2}G_2(2\alpha_2 + \alpha_1) + G_3 = 0,$$
$$A_4 - (\alpha_2^2 + 2\alpha_1\alpha_3 + 2\alpha_4) + \tfrac{1}{2}G_2(a_1^2 + 2a_2 + 2a_1\alpha_1 + \alpha_2) + 4a_1 G_3 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$A_{2n+1} + \tfrac{1}{2}G_2\alpha_n a_\nu^2 + G_3 a_\nu^4 = 0;$$

mais on a, pour la formule (2),

$$\alpha_1 = 2a_1, \quad \alpha_2 = 7a_1^2 - 10a_2 - \frac{\nu}{2}g_2,$$
$$\alpha_3 = 2a_1^3 + 8a_1a_2 - 28a_3 - \frac{2\nu-3}{2}g_2a_1 - \nu g_3,$$
$$\alpha_4 = 5a_2^2 + 4a_1^2a_2 - 2a_1a_3 - 54a_4 + \frac{\nu-1}{2}g_2a_1^2 - (\nu-5)g_2a_2 - 2(\nu-1)g_3a_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\alpha_n = 2a_1a_\nu^2 + \tfrac{1}{2}g_2a_{\nu-1}a_\nu - g_3a_{\nu-1}^2 + 2g_3a_{\nu-2}a_\nu,$$

et semblablement pour les A, changeant a en α, ν en n; on aura donc, pour une transformation du degré n, les valeurs suivantes de G_2, G_3 :

$$(4)\quad \begin{cases} G_2 = 120(a_1^2 - 2\alpha_2) - (5n-6)g_2, \\ G_3 = -280(a_1^3 - 3a_1a_2 + 3a_3) + 42g_2a_1 - (14n-15)g_3. \end{cases}$$

» En substituant ces valeurs dans les coefficients de x^{2n-3}, x^{2n-4},... de l'équation (3), on obtiendra les relations cherchées entre a_1, a_2, a_3,..., et

de celles-ci les équations qui donnent les valeurs de chacun de ces coefficients.

» Par exemple, le coefficient de x^{2n-3} conduit à l'équation

$$(5)\quad \begin{cases} a_1^4 - 4a_1^2 a_2 - 10a_2^2 + 28a_1 a_3 - 28a_4 \\ \quad + \dfrac{n-4}{2} g_2(a_1^2 - 2a_2) + g_3 a_1 - \dfrac{(n-1)(n-2)}{96} g_2^2 = 0, \end{cases}$$

et le coefficient de x^{2n-4} à la suivante :

$$(6)\begin{cases} 2a_1^5 - 7a_1^3 a_2 - 25a_1 a_2^2 + 59a_1^2 a_3 - 5a_2 a_3 - 29a_1 a_4 - 55a_5 \\ \quad + \dfrac{13n-51}{12} g_2 a_1^3 - 7\dfrac{n-3}{4} g_2 a_1 a_2 - 5\dfrac{3n-8}{2} g_2 a_3 + \dfrac{n+1}{2} g_3 a_1^2 \\ \quad - (n-5) g_3 a_2 - \dfrac{3n^2-15n+22}{96} g_2^2 a_1 - \dfrac{(n-1)(n-3)}{48} g_2 g_3 = 0. \end{cases}$$

» Or en supposant $n = 3$, où, pour la transformation du troisième degré, on a un seul coefficient a_1, l'équation (5) donne, pour la détermination de ce coefficient, la suivante :

$$a_1^4 - \tfrac{1}{2} g_2 a_1^2 + g_3 a_1 - \tfrac{1}{48} g_2^2 = 0,$$

et des relations (4) on déduit

$$G_2 - 3^2 g_2 = 6(20a_1^2 - 3g_2), \quad G_3 + 3^3 g_3 = -14(20a_1^2 - 3g_2) a_1,$$

et par conséquent

$$a_1 = -\frac{3}{7} \frac{G_3 + 3^3 g_3}{G_2 - 3^2 g_2}.$$

» Semblablement, pour $n = 5$ ou pour la transformation du cinquième degré, on déduira des équations (5) et (6) les deux suivantes :

$$a_1 X - 2Y = 0, \quad (12a_1^2 + g_2) X - 30a_1 Y = 0,$$

en posant

$$X = a_1^3 - 6a_1^2 a_2 + \tfrac{1}{2} g_2 a_1 - g_3,$$
$$Y = 5a_2^2 - a_1^2 a_2 + \tfrac{1}{2} g_2 a_2 - g_3 a_1 + \tfrac{1}{16} g_2^2.$$

On aura en conséquence

$$X = 0, \quad Y = 0;$$

la première donne

$$a_2 = \frac{1}{6a_1}(a_1^3 + \tfrac{1}{2} g_2 a_1 - g_3),$$

et, en éliminant a_2, on aura, pour la détermination du coefficient a_1,

l'équation du sixième degré

$$a_1^6 - 5g_2a_1^4 + 40g_3a_1^3 - 5g_2^2a_1^2 + 8g_2g_3a_1 - 5g_3^2 = 0.$$

» Les équations (4) donnent pour $n = 5$, en substituant pour a_2 la valeur trouvée,

$$G_2 - 5^2g_2 = \frac{8}{a_1}(10a_1^3 - 8g_2a_1 + 5g_3),$$
$$G_3 + 5^3g_3 = -14(10a_1^3 - 8g_2a_1 + 5g_3),$$

d'où

$$a_1 = -\frac{4}{7}\frac{G_3 + 5^3g_3}{G_2 - 5^2g_2}.$$

» Nous réservons à une autre occasion l'exposition de quelques propriétés de ces équations modulaires. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur les lois du mouvement vibratoire des diapasons.* Deuxième Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Fizeau.

« Dans une Note précédente (1), j'ai montré que le nombre des périodes par seconde d'un diapason prismatique en acier pouvait être représenté par la formule

$$n = K\frac{e}{(l+y)^2} \quad \text{ou} \quad n = K\frac{e}{(1,012l)^2},$$

e étant l'épaisseur, l la projection de la ligne médiane d'une branche sur l'axe de l'instrument, K une constante déterminée par l'expérience et égale pour l'acier à 818270.

» Le coefficient qui affecte la valeur de l est purement empirique. Il paraît difficile de le déterminer autrement que par l'expérience. On ne doit pas s'attendre d'ailleurs à obtenir dans les applications de la formule une grande précision, en songeant à la complexité du système représenté par un diapason, aux différences que peuvent présenter deux diapasons, en apparence identiques, par suite des différences dans la qualité de l'acier, dans la façon dont ils sont recourbés, forgés, trempés. On ne s'étonnera donc pas de trouver, entre les valeurs de n observées et les valeurs calculées d'après la formule ci-dessus, des divergences sensibles.

» Voici les résultats obtenus pour trois diapasons d'épaisseurs et de largeurs différentes :

(1) *Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1874, p. 1001 de ce volume.

DIAPASONS.	e	$1,012\,l$	n calculé.	n observé.	DIFFÉRENCES.	ERREURS relatives moyennes.
	mm	mm				
N° 1.......	10,2	238,73	146,4	144,7	−1,7	0,011
N° 2.......	7,0	269,2	79,0	77,7	−1,3	0,016
N° 3.......	3,75	325,5	29,0	29,7	+0,7	0,023

» Il y a là des erreurs relatives, variant de 1 à 2 pour 100, qui ne paraîtront pas considérables, je pense, si l'on a égard aux observations précédentes, et qui, d'ailleurs, n'ont pas d'importance au point de vue pratique de la construction des diapasons. En ce cas, en effet, il suffit parfaitement de pouvoir calculer *a priori* les dimensions à donner à un instrument pour qu'il ait, à 1 ou 2 pour 100 près, le nombre de périodes par seconde que l'on veut.

» IV. — Pour comparer les résultats ainsi obtenus expérimentalement à ceux que peut donner la théorie mathématique de l'élasticité, considérons une verge prismatique droite de longueur l et d'épaisseur ε. La théorie donne, pour le nombre n' de vibrations d'un pareil corps,

$$n' = \frac{\lambda a \varepsilon}{2\pi\sqrt{3}\,l^2},$$

a étant la vitesse du son dans la lame élastique considérée et λ étant une racine positive de l'équation

$$(e^{ml} + e^{-ml})\cos ml + 2 = 0,$$

les valeurs diverses de ml correspondant aux divers harmoniques successifs de la lame. En résolvant cette équation par approximations successives, on trouve (1), pour la valeur de la première racine relative à son fondamental,

$$\lambda = 1,87011.$$

On en conclut

$$n' = \frac{(1,87011)^2 a\varepsilon}{2\pi\sqrt{3}\,l^2}$$

et, pour la valeur du coefficient K mentionné ci-dessus,

$$K = \frac{(1,87011)^2 a}{2\pi\sqrt{3}}.$$

(1) Poisson, *Mécanique*, t. II, p. 390.

» Mais, pour appliquer ces formules au cas d'un diapason, l doit être remplacé par $1,012\,l$ et par suite λ par $1,012\lambda$, c'est-à-dire $1,89255$.

» De plus, n' représente le nombre de *vibrations* de la verge par seconde; pour avoir le nombre de *périodes* n que nous avons considéré, il faut prendre la moitié des valeurs précédentes.

» Il en résulte définitivement

$$K = \frac{1}{2}\frac{(1,89255)^2 a}{2\pi\sqrt{3}}, \qquad n = K\frac{1}{2}\frac{\varepsilon}{(1,012\,l)^2}.$$

» En prenant pour la vitesse du son dans l'acier le nombre donné par Wertheim et se reportant à la valeur ci-dessus de K déduite de l'expérience, on a

$$a = 4985^{\text{m}}, \quad K\left\{\begin{array}{ll}\text{calculé......} & 820131\\ \text{observé....} & 818270\end{array}\right\}.$$

» Différence entre les deux valeurs, 1861; erreur relative moyenne, $\frac{1861}{819200} = 0,002$ environ.

» La concordance est donc complète entre les résultats de l'observation et ceux de la théorie. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction électrostatique*. Note de M. NEYRENEUF, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Verdet et Masson se sont servis de l'œuf électrique pour déterminer la direction du courant induit. J'ai répété leurs expériences en me servant de la décharge d'une machine de Holtz et constaté sans difficulté que la direction du courant induit varie avec l'intensité de la charge inductrice.

» Deux disques de Matteucci contiennent l'un la spirale inductrice, l'autre la spirale induite. Cette dernière est mise en relation avec les deux extrémités d'un tube de Geissler cylindrique, long de 50 centimètres. La première communique, par une de ses extrémités, avec l'armure négative de la machine, tandis que l'autre est reliée avec l'un des plateaux d'un condensateur à lame d'air, dont le collecteur communique avec l'armure positive. L'étincelle jaillit entre les deux armures de la machine débarrassée de ses bouteilles en cascades. Deux courants inverses parcourent dans ces conditions la spirale inductrice, l'un de charge, l'autre de décharge du condensateur. Ceux qui se produisent dans la spirale induite illuminent très-brillamment le tube de Geissler.

» Avec une distance explosive de 5 centimètres, on observe nettement la

différence d'aspect des deux pôles; mais on peut, en la diminuant progressivement, produire trois interversions séparées par des instants où l'apparence des deux pôles est identique. C'est à ce moment que se forment de préférence des stratifications larges et espacées, lorsque la distance explosive est de 3 centimètres environ, mais qui présentent avant la dernière interversion tous les caractères de celles que donne la bobine de Ruhmkorff. Elles persistent encore lorsque la dernière interversion est produite.

» Les mêmes effets s'obtiennent en faisant varier la distance des spirales ou des plateaux du condensateur.

» Ces interversions démontrent que le phénomène que j'ai étudié n'a rien de commun avec la décharge latérale, caractérisée surtout par la constance de la direction du courant qu'elle détermine.

» Il m'a paru utile d'indiquer un moyen simple de répéter des expériences délicates et minutieuses, et relatives à la production de stratifications avec un appareil dont la théorie se rapproche beaucoup, d'après les travaux de Verdet, de celle des machines à induction galvanique. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du courant électrique sur les organes des sens;* Note de M. T.-L. Phipson.

« Déjà en 1792, Volta, en répétant les expériences de Galvani, constatait qu'une décharge électrique très-faible peut encore exciter la contraction d'une grenouille, si elle est dirigée du nerf au muscle, tandis qu'elle ne produit pas ce phénomène lorsqu'elle est dirigée dans le sens contraire. Dans un Mémoire qui a été lu à l'Institut (26 frimaire an IX), Lehot conclut également de ses expériences que l'effet du courant sur les nerfs d'un animal est différent selon que ce courant les traverse dans une direction ou dans la direction inverse; ainsi, d'après cet auteur, quand le courant est dirigé dans le sens de la ramification du nerf, les contractions sont excitées au seul instant où le courant commence à passer; le contraire a lieu quand le courant parcourt le nerf dans le sens contraire à sa ramification. Mais Matteucci, en étudiant le passage du courant par les nerfs cardiaques ou splanchniques d'un animal vivant ou récemment tué, n'a jamais distingué aucune différence bien marquée entre l'action du courant direct et celle du courant inverse. D'après les faits que je vais annoncer, il me paraît évident que Lehot aurait dû parler de la direction du courant, indépendamment de la direction des nerfs, tandis que le fait observé par Matteucci ne s'appliquerait qu'aux nerfs de la vie végétative.

» Il résulte de certaines expériences que j'ai faites et répétées plusieurs fois depuis près d'un an que l'action du courant galvanique sur les organes des sens se prononce toujours au pôle positif, excepté au moment où le pôle négatif devient à son tour positif, et alors une action a lieu à ce pôle. De plus, je crois que l'on peut trouver dans ces faits l'indication d'une loi générale, s'appliquant également aux contractions musculaires occasionnées par l'électricité, et très-probablement aux intéressants phénomènes d'induction.

» Si l'on prend un petit couple zinc-cuivre plongé dans de l'eau acidulée, muni de rhéophores en platine, et qu'on place d'abord le pôle zinc sur un côté de la langue, puis le pôle cuivre sur l'autre côté de cet organe, on remarque au même instant le goût particulier que l'on connaît, qui se développe au point touché par le pôle cuivre, et nullement de l'autre côté. On répète cette expérience avec le même résultat en changeant les positions des pôles : toujours le goût se développe là où le pôle cuivre vient à toucher et nullement ailleurs. Si maintenant on se sert d'un appareil plus fort, on observe toujours le développement du goût galvanique à l'endroit et à l'instant où l'on applique le pôle cuivre, mais on observe aussi un autre fait : dès qu'on enlève le pôle cuivre, il se développe *le même goût* galvanique au pôle zinc.

» Il n'est pas nécessaire de placer les deux pôles dans la bouche pour constater ces phénomènes; si l'on place le pôle cuivre sur la langue, tandis qu'on tient le pôle zinc à la main, on développe le goût au pôle cuivre à l'instant du contact de ce dernier; et si maintenant on renverse cette position, si l'on tient à la main le pôle cuivre, tandis que le pôle zinc repose sur la langue, on remarque le même goût particulier au moment où on lâche le pôle cuivre. (Si l'on place le zinc et le cuivre de la pile sur la langue, on ferme le pôle dans la bouche : alors le goût est perçu seulement là où est le zinc, car, dans ce cas, c'est le zinc qui est le pôle positif; à *l'extérieur* de la pile, les pôles ont une situation inverse de celle qu'ils ont *dans* la pile.)

» Des phénomènes précisément semblables se manifestent lorsqu'on agit sur les organes de l'ouïe, de l'odorat ou de la vue. A l'instant où le pôle cuivre est mis en contact avec le nerf auditif, on perçoit un bruit particulier; le pôle zinc n'a pas cet effet, mais on perçoit un bruit sec lorsqu'on lâche le pôle cuivre qu'on tient à la main, tandis que le pôle zinc est en contact avec l'oreille.

» On sait qu'avec un courant faible on obtient sur la peau une sensation de chaleur, puis, avec un courant plus fort, de l'inflammation et même des ulcérations, et cela toujours au pôle positif. On sait aussi, depuis longtemps, que l'eau s'échauffe au pôle positif, ce que l'on constate en plongeant les deux pôles dans deux capsules d'eau, réunies par une mèche humide et munies de deux thermomètres : le thermomètre plongé dans l'eau qui reçoit le pôle cuivre est toujours plus affecté que l'autre.

» Les phénomènes que nous venons de signaler pour les organes des sens sont donc analogues à ceux que l'on a déjà observés pour les nerfs moteurs et qu'on énonce généralement en disant qu'il se produit une forte contraction quand *le courant direct commence* ou que *le courant inverse finit,* tandis qu'on n'observe pas de contraction lors de l'ouverture du courant direct ou de l'établissement du courant inverse.

» Le point essentiel, sur lequel je désire insister ici, c'est que, lorsqu'on étudie l'action du courant galvanique sur les organes des sens, on observe que ce courant ne se propage que d'une manière, c'est-à-dire du pôle positif au pôle négatif, et que l'action sur l'organe étudié a lieu toujours au pôle positif; mais, d'après ce qu'on vient de voir, *ce pôle positif* est *tantôt le pôle cuivre, tantôt le pôle zinc.* »

CHIMIE. — *Réponse à une Note récente de M.* Gernez, *sur la sursaturation;* par M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans une récente Note (1), M. Gernez, après avoir énuméré une série de faits, dit :

« Tous ces faits divers, je les ai considérés comme nouveaux, lorsque je les ai annoncés à l'Académie, mais, devant les affirmations catégoriques de M. Lecoq de Boisbaudran, j'ai cru n'avoir rien de mieux à faire que de relire soigneusement tout ce qu'il a publié depuis sa première Communication, qui date du 16 juillet 1866. Cette lecture m'a prouvé qu'*aucun* des faits que je viens de rappeler n'a été découvert par M. Lecoq de Boisbaudran; elle m'a fait voir, de plus, que les expériences de ce savant, lorsqu'elles sont exactes, sont une confirmation de résultats que j'avais établis antérieurement. »

» Si l'on veut bien relire ma Note, insérée aux *Comptes rendus* du 5 octobre dernier, ainsi que le commencement de la Note récente de M. Gernez, on verra que, à la réserve de la question du nitre, sur laquelle je reviendrai, je n'ai point réclamé la découverte des faits que M. Gernez rappelle.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 19 octobre, p. 912 de ce volume.

On comprendra que je sois forcé de rétablir la vérité sur ce point essentiel.

» Il ne m'appartient pas de juger mes propres travaux, mais j'ai l'espoir que peu de savants s'associeront sans réserves au jugement de M. Gernez sur mes expériences, lesquelles seraient toutes, ou inexactes, ou de simples confirmations des siennes.

» Je n'ai pas réclamé, je le répète, la découverte des faits suivants : efficacité des germes cristallins pour produire des cristaux identiques, dans les solutions sursaturées et les corps fondus ; séparation du paratartrate de soude et d'ammoniaque en cristaux droits et gauches ; transformation intégrale en cristaux droits ou gauches du formiate de strontiane et du chlorate de soude ; enfin production des deux modifications du soufre à même température.

» Ce que j'ai dit, c'est que le principe de la préparation, dans le même milieu et à la même température, des modifications dimorphiques d'une substance, était établi avant les expériences de M. Gernez *sur ce sujet*. La plus ancienne mention que je trouve de ces expériences (formiate de strontiane et chlorate de soude ; celles sur le soufre et le nitre sont récentes) date du 4 mai 1868 (1). Or j'ai publié en 1867 (2) le résumé d'études méthodiques sur la préparation à froid des modifications dimorphiques (et d'hydratation) au moyen des *isomorphes des types peu stables* de chaque substance (3).

» Si M. Gernez connaissait mes résultats, comment écrivait-il *récemment* (4) :

« On admet généralement que les variétés polymorphiques des corps ne peuvent prendre naissance que dans des conditions différentes de milieu ou de température? »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 853.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 5 juillet et 19 août 1867, et aussi 21 février 1868 ; *Comptes rendus*, 17 juin et 15 juillet 1867, et aussi 9 mars 1868.

(3) On trouve dans le sixième Mémoire de Lœwel (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX, p. 33, 1857) ce passage remarquable pour l'époque : « Le sulfate de magnésie m'a également présenté deux modifications isomériques de formes cristallines différentes, contenant chacune 7 équivalents d'eau et dont les solubilités aux mêmes températures diffèrent aussi beaucoup. La proportion d'eau que le sel prend en cristallisant n'est donc pas en réalité la cause des différences qu'il peut présenter dans l'une de ses propriétés chimiques, la solubilité ; ces différences proviennent surtout d'un arrangement différent des atomes dans la molécule saline, ou, ce qui revient au même, d'une différence dans la constitution moléculaire du sel. »

(4) *Comptes rendus*, 27 juillet 1874, p. 219.

» En me reprochant de ne l'avoir pas cité à l'occasion de la nouvelle méthode analytique, M. Gernez oublie de dire que je nommais celui qui me paraissait, et me paraît encore, avoir le premier connu la véritable cause des phénomènes de sursaturation (1) :

« Si ma mémoire ne me trompe pas, disais-je, l'idée d'appliquer les phénomènes de sursaturation à l'analyse qualitative a été exprimée pour la première fois par M. Violette (2). »

» Par l'étude méthodique des divers hydrates et modifications dimorphiques fournis par une même liqueur à froid (3), et aussi par l'emploi des solutions sursaturées contenant plusieurs sels, je crois avoir apporté à l'analyse par sursaturation une extension sans laquelle le procédé de MM. Violette et Gernez serait inapplicable dans beaucoup de cas, à cause de la fréquente formation de cristaux spontanés au contact des poussières ou par frottement.

» Je savais très-bien que les cristaux de sulfate de soude à 7 équivalents d'eau ont été observés avant Lœwel; mais il me paraît tout naturel d'avoir brièvement rappelé les travaux consciencieux qui ont précisé les conditions de formation de ce sel. M. Gernez lui-même a écrit autrefois (4) :

« C'est le dépôt de beaux cristaux signalés par Zir et Faraday, et étudiés par Lœwel, qui a fixé leur formule, $NaO, SO^3, 7HO$.... »

» Quant au nitre rhomboédrique, j'en ignorais si peu l'*existence* en 1866, que je n'ai point hésité à le reconnaître, sans l'avoir étudié cristallographiquement; je ne pouvais donc songer à m'attribuer sa découverte, mais j'ai étudié sa sursaturation (et sa formation à froid) au même titre que celle d'autres sels anhydres, ce qui n'était pas alors sans intérêt, puisque M. Jeannel présentait l'objection suivante, que M. Gernez ne paraît pas avoir relevée et à laquelle cependant le fait de la sursaturation des sels anhydres répond péremptoirement :

---

(1) Voir *Annales scientifiques de l'École Normale*, t. III, p. 164 et 165 (1866) et *Études sur la sursaturation*, par Th. Violette, p. 110 à 118, Paris, 1867. Gauthier-Villars; Lille, Quarré. Si, rejetant des témoignages dignes de foi, l'on n'avait égard qu'aux publications simultanées faites dans les *Comptes rendus*, le 24 avril 1865, par MM. Violette et Gernez, on attribuerait à ce dernier des droits de priorité égaux à ceux de M. Violette, mais non une propriété presque exclusive de la découverte.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. VIII, p. 70; 1867.

(3) *Bulletin de la Société chimique*, t. VIII, p. 70, et avec détails, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 299-300; 1869.

(4) *Annales scientifiques de l'École Normale*, t. III, p. 190.

« Si l'esprit ne reculait pas devant l'impossibilité manifeste de la présence de tous ces composés (germes cristallins) dans l'atmosphère, il faudrait encore considérer que les sels anhydres n'offrent rien de semblable au phénomène des solutions sursaturées (1). »

» Voici d'ailleurs en quels termes réservés (2) j'annonçais mes recherches :

« Il n'est pas venu à ma connaissance que personne ait obtenu des solutions sursaturées avec des sels anhydres (3). »

» M. Gernez m'accuse de confondre les cristallisations spontanées avec celles qui sont obtenues au contact de germes. Je répondrai que : 1° relativement au sulfate de soude à 7 équivalents d'eau, je n'ai jamais nié la part que M. Gernez a prise à la découverte de l'action des cristaux déjà formés, sur la production de cristaux semblables; dans les solutions sursaturées; 2° mes observations sur le nitre étant postérieures à ladite découverte de MM. Violette et Gernez, il était inutile de prouver que les rhomboèdres, formés spontanément, continuent de s'accroître dans une solution identique avec celle où ils sont nés : en un mot, qu'ils peuvent agir comme germes; cela était évident.

» Sur la question de la couleur des solutions anciennes d'alun de chrome, M. Gernez s'est trompé. Je tiens à la disposition de l'Académie des tubes scellés, qui avaient été autrefois fortement chauffés : le changement de teinte y est notable ; en les ouvrant, on verra se déposer beaucoup d'alun violet, lequel, comme chacun sait, *n'existe pas dans la solution verte incristallisable récemment chauffée*, mais s'y forme peu à peu. Comment la présence de cet alun violet n'altérerait-elle pas la couleur verte primitive ?

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 37; 1866.

(2) Je n'avais pas à ma disposition tous les Mémoires publiés sur la sursaturation, ce qui sera pardonné à un chimiste qui ne craint pas de cultiver la science dans une petite ville de province. Je ferai toutefois observer qu'il n'appartiendrait pas à M. Gernez de me reprocher de n'avoir pas connu, lors de mes études, quelques-uns des Mémoires antérieurs sur les mêmes sujets, car il écrivait en 1866 : « .... J'eus alors l'idée de m'occuper de ce travail que j'entrepris bientôt sans connaître, fort heureusement, la plupart des recherches antérieures auxquelles le sujet avait donné lieu.... » (*Annales scientifiques de l'École Normale*, t. III, p. 177). Il arrive d'ordinaire que chaque découverte a été précédée d'observations analogues, mais insuffisamment développées : aussi ai-je trouvé, depuis l'impression de mon Mémoire de 1866, que la *sursaturation* du nitre avait été observée autrefois (*Physique moléculaire* de l'abbé Moigno, p. 164); seulement son étude était sans doute incomplète ou méconnue, puisqu'on ne l'opposait pas à l'objection capitale de M. Jeannel.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 184; 1866.

Enfin, des solutions faites, les unes à froid, les autres à chaud, et mises en tubes scellés depuis peu de jours, ont déjà leurs teintes visiblement modifiées dans le sens que j'ai indiqué. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles observations relatives à la boussole circulaire;* par M. É. **Duchemin.** (Extrait.)

« J'ai l'honneur de demander l'ouverture du pli cacheté portant le n° 2772, dont l'Académie a bien voulu accepter le dépôt le 27 octobre 1873.

» A propos de la Communication faite, dans la dernière séance, par M. E. Muller, concernant l'invention d'une boussole circulaire par La Hire, je crois devoir faire remarquer que l'opération par simple touche, au moyen de la pierre d'aimant, n'eût pas permis à La Hire d'obtenir un résultat précis et pratique pour l'aimantation du cercle, dont il a pu cependant entrevoir les avantages; s'il en avait été autrement, la boussole circulaire existerait depuis près de deux cents ans. »

Le pli dont cette Note fait mention est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

« J'ai démontré, dans mes précédentes Communications adressées à l'Académie, qu'un cercle d'acier aimanté et placé sur une traverse neutre, c'est-à-dire en cuivre, en aluminium ou en autre métal non attirable par l'aimant, puis supporté au moyen d'une chape d'agate et d'un pivot d'acier, constitue une boussole circulaire dont l'aimantation est double au moins de celle que donnerait l'aiguille pour un même diamètre.

» J'ai l'honneur de prendre date au sujet du fait suivant : si ce même cercle est supporté par une légère traverse en acier, aimantée elle-même, et si l'on fait parfaitement concorder cette aimantation avec celle du cercle, on peut créer une boussole dont la puissance sera représentée par le magnétisme du cercle et celui de la traverse. Dans ce cas, toutes les parties métalliques employées seront *activement utilisées*, et l'ancien système de la boussole se trouvera, par ce moyen, réuni utilement à celui que j'ai précédemment imaginé. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Lampe à sulfure de carbone et bioxyde d'azote; son application à la photographie.* Note de MM. **B. Delachanal** et **A. Mermet.**

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une lampe à sulfure de carbone et bioxyde d'azote, dont la flamme nous a paru spécialement propre aux opérations photographiques. Ne nous en fiant pas à nos propres essais, nous avons eu recours à M. Franck de Villecholle, habile photographe, à qui elle a permis d'obtenir des clichés et de faire des reproductions considérablement agrandies.

» Quand, dans un flacon, on enflamme du bioxyde d'azote contenant de la vapeur de sulfure de carbone, il se produit une lueur éblouissante; la flamme fugitive ainsi obtenue peut faire détoner instantanément le mélange de chlore et d'hydrogène; la teinte bleu violacé de la lueur faisait prévoir sa richesse en rayons chimiques, et cette expérience classique a confirmé cette prévision.

» La lampe à sulfure de carbone, qui permet d'obtenir cette flamme d'une façon continue, se compose simplement d'un flacon à deux tubulures de 500 centimètres cubes de capacité; ce flacon est rempli soit de fragments d'éponges, de coke ou mieux de pierre-ponce desséchée, qu'on imbibe de sulfure de carbone. Dans la tubulure centrale passe un tube qui s'arrête à un demi-centimètre du fond; dans l'autre bouchon est fixé un autre tube de gros diamètre, long d'environ 20 centimètres : il est en verre ou en métal et contient de la paille de fer fortement tassée; celle-ci joue le rôle des toiles métalliques de sûreté, empêche le retour de la flamme vers le réservoir et prévient les explosions. On fait passer dans le flacon du bioxyde d'azote, et le mélange gazeux est conduit par un tube de caoutchouc dans une sorte de bec Bunsen, qu'on a privé de sa prise d'air et du petit ajutage conique qui règle l'arrivée du gaz; ce bec est également rempli de paille de fer.

» Le bioxyde d'azote est produit à froid dans un grand appareil de M. H. Sainte-Claire Deville; il provient, non pas de la décomposition de l'acide azotique par le cuivre, ce qui serait trop coûteux, mais de l'action du fer sur un mélange, en proportions convenables, d'acides azotique et sulfurique. L'un des flacons contient une couche de tessons de porcelaine, sur laquelle on place des fragments de fer en barre; l'autre est rempli avec le mélange d'acides; la communication s'établit par un gros tube en caoutchouc, lié sur les tubulures inférieures; enfin un robinet, passant dans le bouchon du vase qui contient le fer, permet de régler la sortie du gaz. Avec un appareil de dimensions convenables, on peut obtenir une flamme éblouissante, qui ne mesure pas moins de 25 centimètres de hauteur; c'est cette flamme qui nous a permis, à M. Franck et à nous, d'obtenir des clichés photographiques.

» Dans une expérience spéciale, du chlorure d'argent précipité, puis étendu sur un carton, a été disposé dans une petite chambre noire, éclairée par notre lampe; au bout de peu de temps, il a pris une teinte noir violacé, indice d'une réduction énergique; cette énergie photogénique serait, suivant M. Franck, de beaucoup supérieure à celle des lumières artificielles utilisées par les photographes.

» Les essais qui suivent ont été exécutés dans le laboratoire de M. Franck.

» *Expérience n°* 1. — La flamme étant produite dans une cage en tôle, supportant une lentille sur une de ses parois, l'image d'un positif sur verre fut projetée sur une plaque sensibilisée; en dix secondes, nous avons obtenu un cliché grandi au quart de nature (épreuve n° 1).

» *Expérience n°* 2. — La même opération, exécutée avec la lampe au magnésium brûlant deux rubans, est moins bien venue; d'ailleurs l'éclairage est plus difficile à régler.

» *Expérience n°* 3. — La lampe éclairant la chambre noire fut placée à 2 mètres d'une gravure, et, sans l'intermédiaire de lentilles ni l'aide de réflecteurs, en cinq secondes le négatif fut obtenu (épreuve n° 3).

» *Expérience n°* 4. — Notre collaborateur, M. Franck, s'étant placé à la même distance (2 mètres) de la flamme et dans les mêmes conditions, son portrait fut obtenu en quatorze secondes (épreuve n° 4).

» Dans ces diverses expériences, les gaz sulfureux, carbonique, etc., provenant de la combustion, sont reçus dans une cheminée, car ils pourraient gêner l'observateur, sans toutefois avoir d'action très-prononcée sur les plaques sensibilisées.

» M. Franck estime que la puissance photogénique de notre lampe est supérieure à celle du magnésium; qu'elle est deux fois plus grande que celle de la lumière oxyhydrique, et trois fois plus grande que celle de la lumière électrique. Cette lampe donne une flamme qui n'est pas intermittente comme celle de la lumière électrique, et elle n'offre pas, comme dans l'emploi du magnésium, l'inconvénient d'extinctions spontanées; son étendue permet d'éclairer de grandes surfaces, les yeux peuvent supporter son éclat sans en être affectés, enfin son prix de revient est moindre que celui des autres lumières. Ces avantages réunis nous font espérer une application sérieuse de la lampe à sulfure de carbone, soit aux agrandissements et reproductions photographiques, soit à la reproduction des objets microscopiques ou autres relatifs aux sciences naturelles.

» En décomposant cette lumière dans le spectroscope disposé avec quatre prismes, nous avons obtenu un spectre strié par une série de raies brillantes *très-rapprochées;* avec un seul prisme, l'observation devient plus difficile; mais, si la fente de l'instrument est étroite, on voit des zones brillantes dans les différentes parties du spectre. M. Lockyer, devant qui cette expérience a été faite, trouve de grandes analogies entre ce spectre et celui du soufre.

» Nous instituons en ce moment une série d'expériences, dans le but de constater si la flamme de la lampe à sulfure de carbone jouit, comme la

lumière électrique et celle du magnésium, de la propriété de faire développer la matière colorante verte des plantes.

» Ces études ont été faites au laboratoire de M. Dumas, à l'École Centrale. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la nature chimique des corps qui, dans l'organisme, présentent la croix de polarisation.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Cl. Bernard.

« On rencontre dans le vitellus de l'œuf des oiseaux des corpuscules parfaitement sphériques présentant, lorsqu'on les examine au microscope polarisant, une croix dont les branches s'élargissent à partir du centre et dont l'orientation varie avec la position des deux Nicols.

» M. Dareste qui, en 1866, a découvert ces corps polarisants, dans l'œuf de poule, les a signalés depuis chez d'autres animaux, la tortue, les poissons osseux, etc., et dans beaucoup de points de l'organisme, dans la vésicule ombilicale, dans le feuillet muqueux du blastoderme, dans le foie, dans la capsule surrénale. R. Wagner les avait aperçus dans les cellules des canaux séminifères : plus récemment M. Balbiani les a trouvés dans le corps adipeux des insectes, particulièrement chez les chrysalides des vers à soie.

» La nature chimique de ces corps polarisants était restée inconnue. Le caractère optique qui les distingue appartenant déjà à la fécule, M. Dareste pensa qu'ils étaient formés d'*amidon animal*. Il crut même avoir réussi à les transformer en glycose, et se servit de l'existence de ce prétendu amidon animal dans beaucoup de tissus comme d'argument contre la localisation de la glycogénie dans le foie. En dernier lieu, d'autres observateurs ont cru retrouver dans les corpuscules polarisants les caractères de la leucine et ont pensé qu'ils étaient formés par cette substance.

» Nos recherches établissent, contrairement à ces opinions, que la matière des corps polarisants est la *lécithine*, principe azoté et phosphoré qui nous est connu depuis les travaux de M. Gobley. Ce composé, extrêmement remarquable par ses propriétés chimiques, est très-répandu dans l'économie : il forme près d'un dixième en poids du jaune d'œuf de la poule, qui a été l'objet principal de notre examen. La lécithine sort toujours de ses dissolutions alcooliques et éthérées à l'état de dépôt floconneux, amorphe en apparence, mais en réalité formé de sphéroïdes à structure très-régulière et présentant le caractère optique de la croix. De là un

moyen commode de constater, dans beaucoup de cas, l'existence de la lécithine sans être obligé de recourir à l'analyse élémentaire.

» Les recherches de Hoppe-Seyler, Strecker, Petrowski et Diakonow tendent à faire admettre l'existence de plusieurs variétés de lécithine. Dans l'œuf de poule, on en a distingué trois espèces que nous avons préparées et examinées; ce sont : la *lécithine dioléique* $C^{44}H^{86}AzPhO^{9}$, qui se dépose par l'action prolongée d'un froid de $-15°$ sur la solution alcoolique du jaune d'œuf déjà épuisé par l'éther; la *lécithine distéarique* $C^{44}H^{90}AzPhO^{9}$, qu'on obtient par évaporation; la *lécithine dipalmitique* $C^{40}H^{82}AzPhO^{9}$, qui est la plus soluble dans l'éther. Toutes ces variétés possèdent, dans leur totalité, le caractère optique qui nous occupe. Nous devons faire actuellement quelques réserves sur la formule chimique qui leur est attribuée; car, si leur préparation est facile, on n'avait pas de moyens d'être assuré de leur pureté. En les examinant dans la glycérine, au microscope polarisant, les Nicols étant à l'extinction, on voit la surface toute parsemée de croix de polarisation; et si la substance est bien pure, on n'aperçoit pas autre chose dans toute l'étendue du champ.

» L'eau précipite la lécithine de sa solution alcoolique à l'état de flocons blancs amorphes, sans caractères optiques; mais que l'on fasse redissoudre ce précipité granuleux, et la forme reparaîtra avec les propriétés optiques, comme dans une véritable cristallisation.

» Il est intéressant de voir une matière azotée, réputée amorphe, de consistance visqueuse et colloïde, présenter un grand nombre des propriétés essentielles des cristaux; prendre constamment une figure géométrique régulière, symétrique, autour d'un centre; se diviser sous certaines influences en particules plus petites ayant encore la même constitution et les mêmes propriétés; se conduire à la lumière polarisée comme un cristal à orientation spéciale, s'obtenir par les voies ordinaires de la cristallisation, et se cliver sous l'action de certains agents, ou par l'altération lente à l'air, en sphères concentriques, c'est-à-dire en figures semblables.

» L'amidon, avec lequel on a voulu confondre la substance des « corps polarisants », s'en distingue à tous les points de vue. Produit de la cellule vivante, l'amidon ne se forme pas à volonté au sein d'une solution; ses grains ne sont point sphériques; l'examen optique ne permet pas la confusion. Les caractères chimiques ne sont pas moins différents; les corps lécithiques en effet ne bleuissent point par l'iode, ils sont solubles dans l'alcool et précipitables par l'eau, tandis que l'amidon présente des faits inverses.

» L'examen optique de l'œuf frais montre que la lécithine existe primitivement dans le vitellus et qu'elle n'est point, comme on l'a dit, un résultat artificiel du traitement. Son dissolvant naturel est l'huile d'œuf (oléine et margarine). L'eau, en la précipitant à l'état granuleux et amorphe, dissimule son caractère principal. Si l'on considère que l'eau constitue la moitié du poids du jaune, on comprendra pourquoi les « corps polarisants » sont relativement rares dans l'œuf frais et pourquoi, en desséchant lentement le jaune d'œuf, on voit augmenter beaucoup leur nombre (comme nous l'avons constaté).

» Les faits qui précèdent, corroborés par l'examen de tous les principes immédiats que l'analyse a fait connaître dans l'œuf, nous permettent de conclure que c'est à la lécithine seule que doivent être rapportés les corps décrits par M. Dareste.

» Dans les êtres organisés, l'amidon n'est donc pas la seule substance qui offre le caractère optique de la croix de la polarisation. La lécithine le présente aussi. Nous devons ajouter que nous avons trouvé beaucoup d'autres substances qui le possèdent également. Ce caractère n'a donc rien d'essentiel : il n'est capable de rendre à l'analyse organique ni moins ni plus de services qu'une forme cristalline ordinaire. Dans la plupart des cas, les différences sont toutefois assez considérables et l'examen optique peut servir de base à une nouvelle méthode d'analyse suffisamment exacte. Nous nous proposons de développer prochainement ces points, ainsi que leurs applications à l'étude des lécithines, de la cérébrine et du protagon, au point de vue chimique, physiologique et pathologique. Nous insisterons particulièrement sur des composés très-remarquables qui jouissent à un haut degré du caractère de la croix de polarisation et que nous avons découverts en faisant agir les bases alcalino-terreuses sur l'albumine, la fibrine, la gélatine et la plupart des substances albuminoïdes.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de Physiologie générale de M. Cl. Bernard. »

HYDRAULIQUE. — *Note relative aux inondations de la vallée du Pô en 1872;* par M. DAUSSE.

« L'Académie m'a fait l'honneur de publier, d'abord dans ses *Comptes rendus*, puis dans son *Recueil des Savants étrangers*, la condamnation que j'ai portée en 1856 contre le système des digues dites *insubmersibles;* qu'il me soit permis de lui soumettre de nouveaux faits à l'appui de cette condamnation.

» L'Académie sait que la vallée du Pô, où l'on suit depuis des siècles le mode d'endiguement dont il s'agit, lui a dû, en 1872, de lamentables désastres. Les digues du fleuve, par lesquelles on prétend mettre cette grande vallée à l'abri de tout risque, ont été rompues en un grand nombre de points. Les deux principales de ces *rotte* ont eu lieu, l'une à *Guarda Ferrarese*, au-dessous de Ferrare, sur la droite, le 28 mai (toutes les récoltes d'une plaine magnifique, de 700 kilomètres carrés, ont été perdues); l'autre, le 23 octobre, aux *Ronchi*, une demi-lieue en aval d'Ostiglia, sur la rive opposée : l'inondation s'est étendue sur 700 kilomètres carrés, et le violent courant occasionné par la *rotta* a tellement corrodé la digue unique, sans goline (en *froldo*, bordant le fleuve), qui couvre Ostiglia, que c'est presque un miracle que cette ville, de 5600 habitants, n'ait pas péri tout entière et que toute la plaine inférieure jusqu'à la mer ne soit pas redevenue un golfe immense.

» Mais voici des faits plus précis, jetant un jour décisif sur la question que je soulève de nouveau devant l'Académie, et qui, hélas! est encore pendante pour nous : j'ai dit pourquoi précédemment.

» Le 20 avril 1874, allant visiter, avec le bienveillant concours des ingénieurs locaux, la *coronella* construite pour clore la *rotta dei Ronchi*, je m'arrêtais devant l'hydromètre d'Ostiglia, et je notais les cotes et les dates ci-après, qui y sont inscrites :

23 octobre 1872	$8^{m},56$
8 octobre 1868	8,28
8 novembre 1839	7,88
12 octobre 1812	7,70
19 mai 1810	6,94
13 novembre 1801	6,80
10 novembre 1755	6,48
Plus basses eaux, *massima magra*, $1^{m},67$ sous le zéro, ci.	— 1,67

» Des plus basses eaux à la crue du 23 octobre 1872, il y a donc $10^{m},23$, et, comme le fleuve croissait encore de $0^{m},02$ à $0^{m},03$ par heure lorsqu'il a surmonté et rompu la digue des Ronchi, sans la *rotta*, il eût monté probablement à $8^{m},85$, ce qui eût porté la différence ci-dessus à $10^{m},52$.

» Quelque effrayante que soit une telle amplitude dans l'oscillation du Pô, là pourtant n'est point la plus grave menace qui ressort du tableau précédent; la voici :

» De 1755 à 1872, ce que les Italiens appellent la *massina piena*, au-dessus de laquelle ils élèvent leurs digues d'un certain *franco*, allant d'ordi-

naire de $0^m,70$ à $0^m,80$, cette prétendue *massima piena* n'a pas cessé de s'élever, constamment et avec une sorte de régularité qui épouvante. Le surcroît total, conséquence incontestable du progrès de l'endiguement à toute hauteur, — qui s'étend et se complète sans cesse, — passe aujourd'hui 2 mètres, et où s'arrêtera-t-il?

» Quel argument dans ce seul fait! Quelle éloquence il y a en lui et quelle prophétie!...

» Mais voici, dans un second tableau sommaire, le nombre des ruptures de digues, des *rotte* qui ont eu lieu dans la vallée du Pô depuis le commencement du siècle dernier. Je le tire d'un Rapport officiel de M. le commandeur Baccarini (1).

Dans le XVIIIe siècle, l'éminent ingénieur compte en tout			41	*rotte*.
Dans les 72 premières années du XIXe siècle			119	»
Les crues de	1801	en ont fait	8	»
»	1807	»	4	»
»	1810	»	4	»
»	1812	»	6	»
»	1839	»	6	»
»	1846	»	14	»
»	1857	»	22	»
»	1868	»	14	»
»	1872	»	36	»

» Assurément ce tableau est plus effrayant encore que le premier. L'art a beau progresser, les *rotte* se multiplient, et à ce point! Quelle autre condamnation veut-on donc d'un mode d'endiguement qui a pour résultat nécessaire de préparer, d'assurer aux vallées, qu'il est censé garantir complétement, des désastres de plus en plus grands et plus fréquents, et finalement des catastrophes? »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, en présentant, au nom de M. le Dr *Fines*, la deuxième année (1873) du *Bulletin météorologique des Pyrénées-Orientales*, publié sous les auspices du département et de la ville de Perpignan, ajoute les réflexions suivantes :

« L'an dernier (2), j'ai appelé l'attention de l'Académie sur le premier

(1) *Relazione sulle piene dei fiumi nell' autunno dell' anno* 1872. In-4° avec tableaux et planches. Roma, 1873, p. 23.

(2) Séance du 27 octobre 1873.

volume de cette série, dont on peut dire qu'elle offre le premier et jusqu'ici le seul exemple d'observations météorologiques publiées, par l'initiative d'un département, dans des conditions réellement utiles à la discussion. Cette année, grâce à un subside un peu plus élevé, la Commission météorologique départementale des Pyrénées-Orientales a pu donner, avec tous leurs détails, les observations, qui se font cinq fois par jour, au *Rempart Saint-Dominique*, (Perpignan), sous la direction de M. le Dr Fines, et qui comprennent, entre autres résultats intéressants, les minima et maxima de la température *sans abri;* les indications, au Soleil, de deux thermomètres conjugués dans le vide, l'un à boule nue, l'autre à boule noircie ; la température au-dessous du sol gazonné, à des profondeurs variant de 2 centimètres à 1 mètre, etc. Les observations de l'École normale de Perpignan, et la série très-précieuse recueillie par M. l'instituteur Falguère, à Montlouis (altitude 1586 mètres), sont aussi imprimées avec quelque détail.

» L'anémomètre à enregistrement électrique continue de fonctionner à la gare du chemin de fer.

» Espérons que des allocations plus considérables, accordées par le Conseil général, permettront de publier, pour les stations secondaires et, en particulier, pour le Jardin d'expérience de Collioure, des observations faites deux fois par jour (10 heures matin, 4 heures soir) du baromètre, des thermomètres sec et mouillé, des thermomètres à minima et à maxima. De telles données permettraient à une discussion sérieuse d'aborder les grands problèmes de la Météorologie pour l'ensemble des Pyrénées-Orientales.

» On trouve, d'ailleurs, dans ce volume comme dans le précédent, des résumés climatologiques, la mention détaillée des orages ; en outre, une Note de M. Ch. Naudin sur le Phylloxera et les vignes américaines, enfin les Notes journalières de Météorologie agricole et de Physique végétale, recueillies à Collioure. Ces Notes sont la suite de celles que notre savant confrère avait inaugurées en 1869, à ma demande, et qui ont paru dans le *Bulletin hebdomadaire* de l'Observatoire météorologique central de Montsouris, jusqu'au 15 juin 1872, époque où l'application du décret du 8 mars précédent a introduit de nouveau la confusion dans le service de la Météorologie française.

» En terminant, que la Commission départementale des Pyrénées Orientales nous permette de l'engager à ne pas séparer, comme elle semble se le proposer pour l'avenir, dans deux volumes différents, un mois de décembre du mois de janvier qui le suit (1). En persévérant dans les

(1) Notre éminent météorologiste, M. Renou, a montré, dans les *Comptes rendus* et ailleurs,

erremeuts qu'elle a suivis jusqu'ici, et en les améliorant, comme nous venons de l'indiquer, elle est assurée de rendre à la science des services dont tous les vrais météorologistes lui sauront gré. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

COMITÉ SECRET.

(Séance du 2 novembre 1874.)

M. Becquerel père, Membre de la Commission de l'Observatoire d'Astronomie physique, n'ayant pas pu assister à ses délibérations, a fait connaître son opinion dans la Note suivante, dont il a demandé la publication, comme annexe au Rapport de M. Faye :

Opinion de M. Becquerel *sur la création d'un Observatoire d'Astronomie physique.*

« Cette Note n'a pas pour objet de combattre les conclusions du Rapport, mais de les appuyer et de faire valoir des motifs qui me paraissent devoir être pris en considération dans la création d'un Observatoire d'Astronomie physique.

» L'Astronomie emploie, en général, pour étudier la constitution physique du Soleil et celle des astres, les lunettes et le spectroscope; ce dernier instrument nous montre que les corps célestes sont formés des mêmes éléments matériels qui se trouvent dans la Terre : de là, on peut en conclure que les forces qui régissent la matière existent dans l'univers. C'est cette question que j'expose dans un ouvrage, aujourd'hui sous presse et qui paraîtra avant la fin de l'année, et dont le titre est *Des forces physico-chimiques et de leur intervention dans la production des phénomènes de la nature organique et de la nature inorganique.* Toutes les questions relatives à ces questions y sont traitées non théoriquement, mais par voie expérimentale.

» J'ai cherché à démontrer que, pour arriver à connaître la constitu-

---

le grave inconvénient qu'il y a à faire coïncider, *dans nos climats,* l'année météorologique avec l'année civile. Si l'on tient absolument à trouver dans le même Recueil la météorologie d'une année civile tout entière, le mieux serait de publier, comme on l'a fait à Perpignan dans le volume dont il s'agit, deux mois de décembre, en tout treize mois.

tion du Soleil, il fallait appeler à son aide la constitution géologique du globe et les phénomènes volcaniques produits depuis les premiers temps de sa formation jusqu'à l'époque actuelle.

» Voici les raisons qui m'ont engagé à en agir ainsi :

» L'identité de la formation du Soleil et de la Terre, et de tous les astres qui gravitent autour de notre astre principal, étant admise, on peut en tirer la conséquence que son état physique actuel est le même que celui de notre planète dans les premiers temps de sa formation, alors que la croûte n'existait pas ou du moins avait peu d'épaisseur. Le refroidissement de la Terre a été considérablement plus rapide que celui du Soleil, par l'effet du rayonnement céleste, le volume du Soleil étant 1 326 480 celui de la Terre. Il est donc permis de comparer les effets physiques et chimiques qui ont lieu aujourd'hui dans le Soleil à ceux qui ont été produits dans la Terre à son origine, ce qui permet d'en tirer des conséquences sur la constitution actuelle de cet astre.

» L'amas de vapeurs qui constituait alors la Terre, soumis à un refroidissement graduel, a passé successivement de l'état gazeux à l'état liquide; après quoi, sa surface s'est recouverte d'une croûte solide, dont l'épaisseur a augmenté avec le temps. Il se produisait alors une foule de phénomènes physiques et chimiques.

» Nous distinguons trois époques calorifiques principales pendant la formation de notre planète.

» La première est celle où tous les éléments étaient à l'état gazeux, par suite d'une température excessivement élevée; tous les éléments étaient alors dissociés.

» La deuxième est celle où, la température étant suffisamment abaissée, les affinités commencèrent à exercer leur action; les composés formés passèrent successivement à l'état gazeux, liquide et solide. Pendant toutes les réactions chimiques qui avaient lieu, il dut se produire un dégagement d'électricité énorme, en rapport avec l'énergie de ces réactions, et par suite une recomposition des deux électricités qui rendit étincelante l'atmosphère déjà formée. La foudre devait éclater de toutes parts.

» La troisième époque est celle où, la température étant suffisamment abaissée et au-dessous de 100 degrés, la quantité d'eau formée augmentait d'autant plus que la température était moins élevée. Cette eau primitive contenait probablement les acides carbonique, sulfurique et autres qui saturèrent les bases; c'est aux réactions produites qu'il faut attribuer la formation des grandes masses de calcaire qui se trouvent sur différents points

de la croûte terrestre. Elles étaient accompagnées de dégagements et de recompositions d'électricités qui contribuaient à rendre l'atmosphère étincelante.

» J'ai été amené ainsi dans mon ouvrage à traiter de l'état calorifique de la Terre dans les premières phases de sa formation, ainsi que des phénomènes volcaniques aux mêmes époques.

» C'est à la suite de cet exposé que je suis parvenu à montrer que l'électricité atmosphérique avait une origine solaire et était la cause des aurores boréales, et probablement des phénomènes lumineux qui se produisent au delà de notre atmosphère. Je me borne à indiquer les conséquences auxquelles m'a conduit l'étude des forces de la nature.

» D'après ce qui précède, on voit que l'étude de la constitution du Soleil exige le concours, non-seulement de l'astronome, mais encore d'observateurs ayant des connaissances générales en Physique, en Géologie, en Chimie, et possédant à fond la pratique du spectroscope. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1874.

Ministère des Affaires étrangères. Conférence monétaire entre la Belgique, la France, l'Italie et la Suisse. Procès-verbaux. Paris, Imprimerie nationale, 1874; grand in-8°. (2 exemplaires.)

Rapports au Ministre sur la collection de documents inédits de l'Histoire de France et sur les actes du Comité des travaux historiques. Paris, Imprimerie nationale, 1874; in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. Darboux et J. Houel; t. VII, juillet et août 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Revue d'Artillerie; t. V, 1re liv., octobre 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

La Chine; par M. Morache. Paris, Masson et Asselin, 1874; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*) [Présenté par M. le Baron Larrey.]

Opération césarienne pratiquée sur une femme rachitique au dernier degré; par M. le Dr CERF-MAYER. Brest, imp. Roger, 1874; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Le Phylloxera de la vigne, son organisation, ses mœurs. Choix de procédés de destruction; par M. Maurice GIRARD, délégué de l'Académie des Sciences. Paris, Hachette et Cie, 1874; in-18. (2 exemplaires.)

Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs; 4e série, t. VII, 1872. Besançon, imp. Dodivers, 1873; in-8°. (2 exemplaires.)

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts du département de la Haute-Saône; 3e série, n° 5. Vesoul, imp. A. Suchaux, 1874; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. X, 3e série, année 1873. Troyes, Dufour-Bouquot, 1874; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences; t. XX. Paris, Durand; Lyon, Ch. Palud, 1873-1874; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Lettres; t. XV. Paris, Durand; Lyon, Ch. Palud, 1870-1874; in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; t. XVIII; 2e série, t. VIII. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Bedelfontaine, 1874; in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant 1872-1873. Rouen, imp. H. Boissel; Paris, Derache, 1873; in-8°.

Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 9e année, 1873, 2e semestre. Rouen, imp. Léon Deshays, 1874; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1874, 1er semestre. Nantes, imp. Mellinet, 1874; in-8°.

La rage au point de vue physiologique; par le colonel E. BELLEVILLE. Toulouse, Meissonnier; Paris, Savy, 1873; br. in-8°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; année 1874, 2e semestre. Dijon, imp. Darantière, 1874; in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XVI (1873), nos 3, 4, avec complément; t. XVII (1874), n° 1. Angers, imp. Lachèse, 1873; 3 liv. in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 8e année, 1873-1874, 1er fascicule. Paris, Savy, 1874; in-8°.

Annales télégraphiques ; 3e série, t. I, juillet à octobre, 1874. Paris, Dunod, 1874; 2 liv. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, etc.; juillet 1874. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Table générale et alphabétique des matières contenues dans les dix-huit premiers volumes des Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Paris, Germer-Baillière, 1874; in-8°.

Code de la République et de la vérité. Paris, typ. Faure, 1874; br. in-8°.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon ; t. I, 3e liv. *Etudes paléontologiques dans le bassin du Rhône, période quaternaire* (suite); *par* M. le Dr LORTET et M. E. CHANTRE. Lyon, Genève, Bâle, H. Georg, 1874 ; in-8°.

The american Naturalist a popular; vol. VI, december 1872; vol. VII, january-december 1873; vol. VIII, january 1874 : *Salem mass* (Peabody Academy of Science), 1873-1874; 14 nos in-8°.

Sopra alcuni punti notabili nella teoria elementari dei tetraedri e delle coniche. Memoria del prof. D. CHELINI. Bologna, tipi Gamberini, 1874; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Intorno al comento di Proclo sul primo libro degli Elementi di Euclide. Notizie raccolte da B. BONCOMPAGNI. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

Il Com. Prof. Benedetto Viale Prelà, Cenni biografico del Prof. Vincenzo Diorio, seguiti da un catalogo dei Lavori del medesimo Com. Prof. Viale Prelà, compilato da B. BONCOMPAGNI. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

Th.-H. MARTIN. *Procli diadochi* || *in* || *primum* Euclidis elementorum || librum || *commentarii* || , *ex recognitione* || GODOFREDI FRIEDLEIN || . Lipsiæ, || , in ædibus B. G. Teubnerii || , MDCCCLXXIII; in-12, VIII et 507 pages. Roma, 1874; in-4°.

(Ces trois brochures, extraites du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche,* sont présentées par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. VII, aprile-maggio 1874. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; 2 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 NOVEMBRE 1874.

Bulletin récapitulatif de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Préfet de la Seine, année 1873. Paris, Ch. de Mourgues, 1874; in-4°.

Rapport du Président de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève pour la période annuelle du 1er juillet 1873 au 30 juin 1874; par M. Alph. DE CANDOLLE. Sans lieu ni date; br. in-4°.

ZABOROWSKI-MOINDRON. *De l'ancienneté de l'homme, résumé populaire de la préhistoire;* 1re et 2e partie. Paris, Germer-Baillière, 1874; 2 vol. in-8°.

L'ostréiculture. Son passé, son présent, son avenir. Graine d'huîtres. Collecteurs ciment; par le Dr KEMMERER. La Rochelle, typ. Mareschal, 1874; br. in-8°.

Propulseur normal. Système Salmon perfectionné. Épernay, imp. Doublat-Lallemant, 1874; br. in-8°.

Note sur le Phylloxera; par M. CAUVY. Montpellier, typ. de P. Grollier, 1874; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Agriculture de l'Hérault.*)

Comice agricole central de la Loire-Inférieure, 15 septembre 1874. Discours de M. Ad. BOBIERRE, *Président*. Nantes, imp. J. Grinsard, 1874; br. in-8°.

Des conditions dans lesquelles le plomb est attaqué par les eaux; par M. Ad. BOBIERRE. Nantes, imp. Mellinet, 1874; br. in-8°.

Département de la Loire-Inférieure. Conseil général. Session de 1874. Laboratoire public de Chimie agricole. Rapport de M. le Directeur. Nantes, imp. Mellinet, 1874; br. in-8°.

Grossesse extra-utérine; par A. GRIPOUILLEAU. Tours, imp. Ladevèze, 1874; br. in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1874.)

Page 1001, lignes 13, 16, 24, *au lieu de* Cladni, *lisez* Chladni.

Page 1017, ligne 16, *au lieu de* Pacioli : *De burgo sancti Sepulchri,* manuscrit..... *lisez* Pacioli (de Burgo sancti Sepulchri), manuscrit.....